



## Messaggio municipale nr. 812

**concernente la richiesta di un credito quadro di CHF 240'000.- (IVA 8.1% inclusa) per l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici pubblici**

---

Egregio signor Presidente,  
Gentili signore, egregi signori Consiglieri comunali,

con il presente Messaggio Municipale vi sottoponiamo, per esame ed approvazione, la richiesta di un credito quadro di CHF 240'000.- (IVA 8.1% inclusa) necessario per l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici pubblici per la produzione di energia elettrica.

### Premessa

La Legge sull'energia (*Len*) ha lo scopo di ridurre il consumo di energia, aumentare l'efficienza energetica e di promuovere le energie rinnovabili indigene. A tal proposito già nel 2014, è stato creato a livello cantonale un Fondo cantonale per le Energie Rinnovabili (*FER*). Tale fondo è destinato a finanziare anche la realizzazione di impianti che producono energia elettrica da fonti rinnovabili in Ticino così come investimenti comunali nell'ambito dell'efficienza e del risparmio energetico.

Il fondo è alimentato da un prelievo (art. 8b *Len*):

- a) per ogni kWh della produzione annua effettiva di energia elettrica proveniente da quote di partecipazione già acquisite da AET in centrali elettriche a carbone, il Cantone, se AET chiude i conti dell'anno precedente a quello corrente di prelievo con un risultato ordinario positivo, preleva un importo stabilito ogni 4 anni dal Gran Consiglio, non inferiore a 0.6 cts/kWh e non superiore alla quota massima stabilita dalle relative disposizioni federali (prelievo sulla produzione);
- b) per ogni kWh di energia elettrica erogata al consumatore finale, il Cantone preleva, per il tramite del gestore di rete e analogamente al prelievo federale, un importo non inferiore a 0.2 cts/kWh e non superiore a 0.5 cts/kWh, la cui entità e messa in vigore è decisa dal Gran Consiglio ogni 4 anni (prelievo sul consumo).

Sul prelievo sul consumo di cui alla lett. b) può essere applicato un supplemento, deciso dal Gran Consiglio ogni 4 anni, pari ad un importo compreso tra 0.9 a 1.1 cts/kWh; l'introito sarà riversato ai Comuni per finanziare gli investimenti comunali in ambito di efficienza e risparmio energetico.

Ai sensi dell'art. 9 lett. a) del Regolamento del Fondo per le energie rinnovabili (RFER), i Comuni possono ottenere dei contributi dedicati alla realizzazione di impianti alimentati da energia rinnovabile per la produzione di energia elettrica, tra i quali gli impianti fotovoltaici.

Conformemente a quanto auspicato dal Cantone e dalla Confederazione nell'ambito della politica di "Strategia energetica 2050", e, per seguire lo sviluppo di una politica energetica, il Municipio intende posare degli impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici pubblici quali le scuole comunali, la palestra e la buvette del campo di calcio, i quali potranno contribuire alla produzione di energia per l'autoconsumo.

## Nel merito

A seguito di una prima valutazione degli spazi disponibili, il Municipio ha ritenuto che le scuole comunali, la palestra e l'edificio del campo di calcio si prestassero per un simile progetto, considerato che i tetti degli stabili sono stati risanati in passato e pertanto non occorrerà in futuro procedere alla rimozione dei moduli per eseguire eventuali lavori di manutenzione. Non è invece prevista alcuna installazione, per il momento, sui due edifici rimanenti di seguito riportati, considerati la vetustà e/o i possibili risanamenti futuri:

- ex asilo;
- salone comunale.

Come si evince dagli estratti estrapolati dalla mappatura solare pubblicata sul sito del Cantone Ticino [www.ti.ch/oasi](http://www.ti.ch/oasi), i tetti della palestra, delle scuole comunali e dell'edificio della buvette del campo sportivo raggiungono un grado di idoneità allo sfruttamento di energia solare molto buono, pertanto, gli edifici risultano beneficiare di un irraggiamento solare importante.

## Mappatura solare

Potenziale della produzione di energia solare



Estratto dal sito [www.ti.ch/oasi](http://www.ti.ch/oasi)



Estratto dal sito [www.ti.ch/oasi](http://www.ti.ch/oasi)

| Legenda |              |
|---------|--------------|
| ■       | Non definito |
| ■       | Bassa        |
| ■       | Media        |
| ■       | Buona        |
| ■       | Molto buona  |
| ■       | Top          |

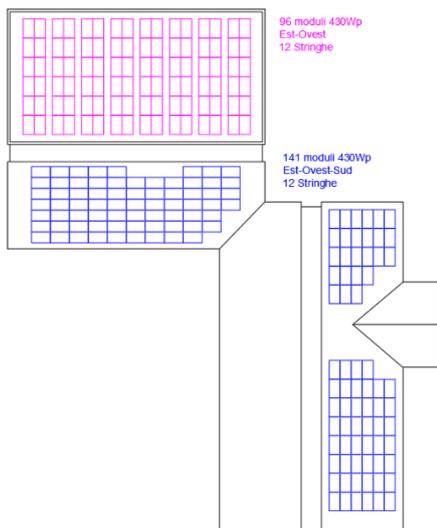
*Palestra*

*Scuole comunali*

*Edificio buvette campo di calcio*

L'orientamento ottimale, la superficie dei tetti, l'insolazione di cui beneficiano gli stabili, sono delle premesse ideali per l'implementazione degli impianti fotovoltaici. Considerate le premesse positive ed i sussidi possibili per l'installazione di impianti di produzione di energia

rinnovabile, il Municipio ha dato mandato alla Elettronorma SA per la consulenza elettrotecnica e l'allestimento di un progetto e preventivo di massima.



### Palestra

Vista l'ottima posizione sull'asse nord-sud viene optata per delle file con orientamento est-ovest, inclinazione dei moduli di circa 12°. Questo permette di avere una produzione giornaliera completa dal mattino alla sera.

Quantità moduli: 96 pz

### Scuole elementari

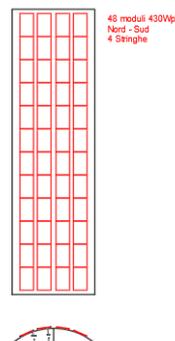
La quantità dei moduli prevista di 141 pz: la limitazione di questa copertura è imposta a marginare la potenza complessiva del comprensorio scuola-palestra che presenta una introduzione elettrica complessiva pari a soli 160A in totale.

Quantità moduli: 141 pz

### Edificio buvette campo di calcio

Tenuto conto della particolare geometria, non è semplice stimare la quantità di moduli realizzabili come pure il loro ancoraggio alla copertura.

Quantità moduli: 48 pz



Con lo spazio a disposizione è pertanto possibile installare un impianto di complessivi 237 moduli fotovoltaici presso le scuole comunali e la palestra ed un impianto di 48 moduli presso la buvette del campo di calcio per un totale complessivo di 285 moduli.

### **Installazione fotovoltaica**

La produzione annua è stata calcolata sulla base dei dati meteo degli ultimi 10 anni nel punto cardinale dove è prevista la realizzazione degli impianti.

#### Palestra

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Nr. moduli:              | 96 unità        |
| Potenza nominale totale: | 41.28 kWp       |
| Inverter (unità):        | 1               |
| Energia prodotta:        | 42'600 kWh/anno |

#### Scuole elementari

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Nr. moduli:              | 141 unità       |
| Potenza nominale totale: | 60.63 kWp       |
| Inverter (unità):        | 1               |
| Energia prodotta:        | 61'100 kWh/anno |

### Edificio buvette campo sportivo

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Nr. moduli:              | 48 unità        |
| Potenza nominale totale: | 20.64 kWp       |
| Inverter (unità):        | 1               |
| Energia prodotta:        | 22'320 kWh/anno |

Totale dell'energia prodotta annualmente stimata: circa 126 MWh/anno.

### **Preventivo di spesa e finanziamento**

Di seguito la tabella che riassume i costi dell'investimento previsto come pure gli incentivi federali e cantonali.

---

#### **Tetto della palestra**

|  |            |                  |
|--|------------|------------------|
| Fornitura e posa impianti fotovoltaico                         | CHF        | 60'630.00        |
| Aggiornamento linea vita tetto piatto                          | CHF        | 5'000.00         |
| Totale lordo   | CHF        | 65'630.00        |
| <b>Totale incl. IVA 8.1% e arrotondamento</b>                  | <b>CHF</b> | <b>71'000.00</b> |
|  |            |                  |
| ./. Incentivi RU Pronovo                                       | CHF        | 14'783.00        |
| ./. Incentivi RU FER   | CHF        | 6'827.00         |
| <b>Totale incentivi</b>  | <b>CHF</b> | <b>21'610.00</b> |
| <b>Investimento al netto di incentivi federali e cantonali</b> | <b>CHF</b> | <b>49'390.00</b> |

---

#### **Tetto delle scuole comunali**

|  |            |                   |
|--|------------|-------------------|
| Fornitura e posa impianti fotovoltaico                         | CHF        | 86'600.00         |
| Aggiornamento linea vita tetto piatto                          | CHF        | 10'000.00         |
| Totale lordo   | CHF        | 96'600.00         |
| <b>Totale incl. IVA 8.1% e arrotondamento</b>                  | <b>CHF</b> | <b>105'000.00</b> |
|  |            |                   |
| ./. Incentivi RU Pronovo                                       | CHF        | 20'588.00         |
| ./. Incentivi RU FER   | CHF        | 8'762.00          |
| <b>Totale incentivi</b>  | <b>CHF</b> | <b>29'350.00</b>  |
| <b>Investimento al netto di incentivi federali e cantonali</b> | <b>CHF</b> | <b>75'650.00</b>  |

---

#### **Tetto edificio buvette campo sportivo**

|  |            |                  |
|--|------------|------------------|
| Fornitura e posa impianti fotovoltaico                         | CHF        | 43'300.00        |
| <b>Totale incl. IVA 8.1% e arrotondamento</b>                  | <b>CHF</b> | <b>46'800.00</b> |
|  |            |                  |
| ./. Incentivi RU Pronovo                                       | CHF        | 7'843.20         |
| ./. Incentivi RU FER   | CHF        | 4'514.00         |
| <b>Totale incentivi</b>  | <b>CHF</b> | <b>12'357.00</b> |
| <b>Investimento al netto di incentivi federali e cantonali</b> | <b>CHF</b> | <b>34'443.00</b> |

---

### **Riassunto dei costi**

|  |            |                   |
|--|------------|-------------------|
| Progettazione, realizzazione, messa in esercizio                   | CHF        | 17'000.00         |
| Fornitura e posa impianti fotovoltaico e aggiornamento linea guida | CHF        | <u>222'800.00</u> |
| <b>Totale incl. IVA 8.1% e arrotondamento</b>                      | <b>CHF</b> | <b>240'000.00</b> |

L'investimento previsto potrà beneficiare di sussidi federali (RU Pronovo) e cantonali (RU FER). Il Municipio intende inoltre fare capo al Fondo per le energie rinnovabili (FER) a copertura totale della spesa. Come noto, il FER finanzia la realizzazione di impianti che producono energia elettrica da fonti rinnovabili in Ticino, progetti di ricerca prioritariamente nel settore dell'energia elettrica e attività comunali nell'ambito dell'efficienza e del risparmio energetico.

### **Programma di realizzazione**

La realizzazione è subordinata all'approvazione del presente messaggio municipale da parte del Consiglio comunale, come pure da altri iter burocratici (delibere appalti, fornitura dei materiali, ecc.). In linea di principio si propende per effettuare i lavori in 2/3 tappe, iniziando, se le condizioni lo permettono, entro fine anno 2024.

### **Considerazioni finali**

Gli incentivi federali e cantonali sono stimati pertanto possono subire delle variazioni a seguito delle decisioni del Consiglio federale; è possibile avere una certezza degli incentivi con l'inoltro del progetto agli enti preposti e la ricezione del relativo preavviso.

Nel calcolo per il ritorno di investimento è stato stimato un importo di pagamento da parte del gestore di rete dell'energia elettrica prodotta in esubero di CHF 0.085 al kWh: questo importo è stato valutato tenendo conto dei dati di inizio 2024.

Secondo lo studio del consulente, con i calcoli attuali e non prevedibili per il futuro, il tempo di ritorno dell'investimento supera i 20 anni considerando una quota parte di energia diurna in autoconsumo.

### **Conclusioni**

---

#### **Proposta di decisione**

Per i motivi sopra esposti vi invitiamo a voler

#### **risolvere**

- 1) È approvato il progetto e il preventivo di massima per l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici pubblici.

- 2) È accordato al Municipio un credito quadro di CHF 240'000.- (IVA 8.1% inclusa) per le opere previste al punto 1). Il credito è automaticamente adeguato alle fluttuazioni dell'indice dei costi di costruzione.
- 3) La spesa è da iscrivere al conto degli investimenti nella relativa voce di competenza.
- 4) La spesa è da ammortizzare secondo i tassi d'ammortamento previsti dalla Legge organica comunale rispettivamente dal Regolamento sulla gestione finanziaria comunale;
- 5) Eventuali sussidi e contributi saranno dedotti dall'investimento lordo.
- 6) La spesa è finanziata con il prelevamento dal Fondo per le energie rinnovabili
- 7) Ai sensi dell'art. 13 cpv. 3 LOC, il corrispondente credito decadrà se non verrà utilizzato entro 3 anni dalla crescita in giudicato della decisione.

Con stima e cordialità.

**PER IL MUNICIPIO:**

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Il Sindaco</b><br/>Matteo Patriarca</p>  |  | <p><b>La Segretaria</b><br/>Sabina Darani</p>  |
|---|---|--|

Pura, 29 febbraio 2024

*Ris. No.2880 / 04.03.2024*

Allegati:

progetto e schede tecniche impianti fotovoltaici elaborati da Elettronorma SA di Lugano

**Commissioni incaricate per l'esame del messaggio:**

- Commissione della gestione
- Commissione dell'edilizia

Spettabile  
Comune di Pura  
6984 Pura

Lugano, versione del 04.03.2024

## OGGETTO: Impianto fotovoltaico scuole primarie e campo di calcio

Egregi Signori,

come da mandato di progettazione che ci è stato accordato, abbiamo elaborato il progetto dei possibili impianti fotovoltaici che si propone di realizzare sopra le coperture delle scuole primarie, della palestra e della buvette presso il campo di calcio.

### Sommario

|  |    |
|--|----|
| Orientamenti disponibili e distribuzione moduli..... | 2  |
| Modulo fotovoltaici: .....                           | 5  |
| Installazione fotovoltaica.....                      | 7  |
| Stima investimento previsto .....                    | 8  |
| annotazioni: .....                                   | 9  |
| Messa a concorso.....                                | 10 |
| Considerazioni finali:.....                          | 10 |
| costi e incentivi .....                              | 10 |
| realizzazione .....                                  | 10 |

## Orientamenti disponibili e distribuzione moduli

La copertura degli stabili disponibili, con un ottimo orientamento, consente un buon irraggiamento solare diretto.

Ciò ci ha permesso di elaborare una bozza della disposizione dei moduli ottimizzata in base alle geometrie delle coperture.

Considerando il punto di allacciamento alla rete elettrica di AIL per gli stabili Scuola, Cimitero e Rifugio, pari a 160A, si è dovuto limitare la potenza complessiva dell'impianto sui tetti di questi edifici, per non superare la potenza del punto di allacciamento elettrico.

**Per la palestra**, visto l'ottima posizione sull'asse nord-sud si è optato per delle file con orientamento est-ovest, inclinazione dei moduli di circa 12°.

Questo permette di avere una produzione giornaliera completa dal mattino alla sera.

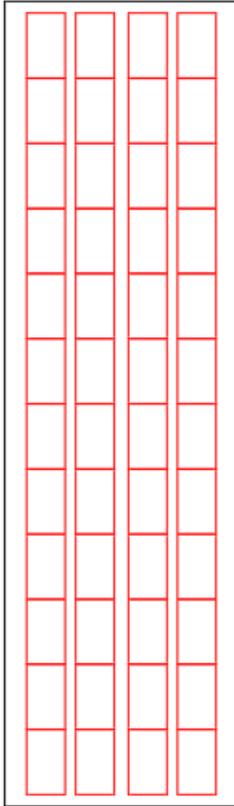
Quantità moduli: 96 pz.

**Per le falde della scuola** sono stati posizionati i moduli parallelamente alla lunghezza delle stesse.

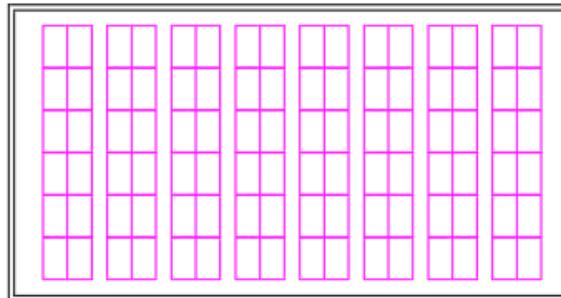
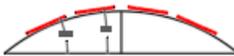
Quantità moduli prevista con 141 pz.; la limitazione di questa copertura è imposta per marginare la potenza complessiva del comprensorio scuola-palestra che presenta una introduzione elettrica complessiva pari a soli 160A in totale.

**Per il campo di calcio**, visto la complicata geometria non è stato semplice stimare la quantità di moduli realizzabili come pure il loro ancoraggio alla copertura.

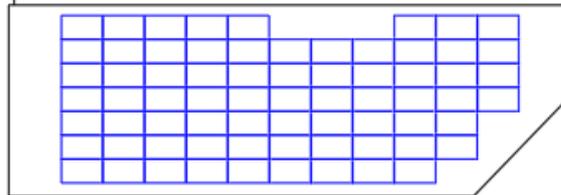
La direzione dei moduli con metà a Nord e metà a Sud non è proprio ottimale, la produzione calcolata ci consente comunque di consigliare la realizzazione di questo impianto quantità moduli: 48 pz.



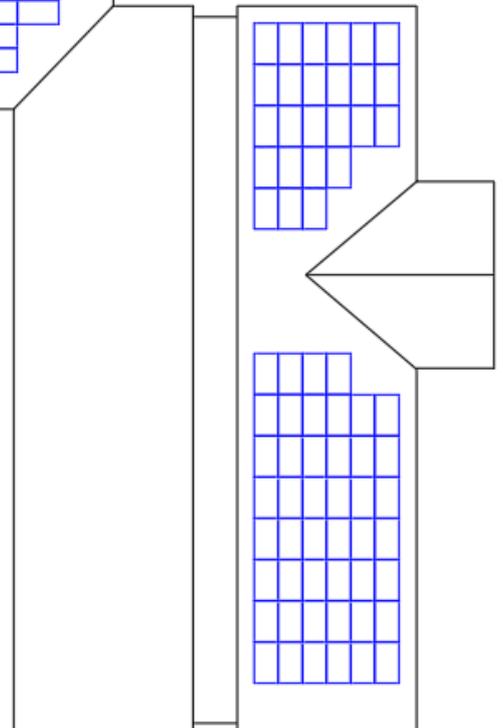
48 moduli 430Wp  
Nord - Sud  
4 Stringhe

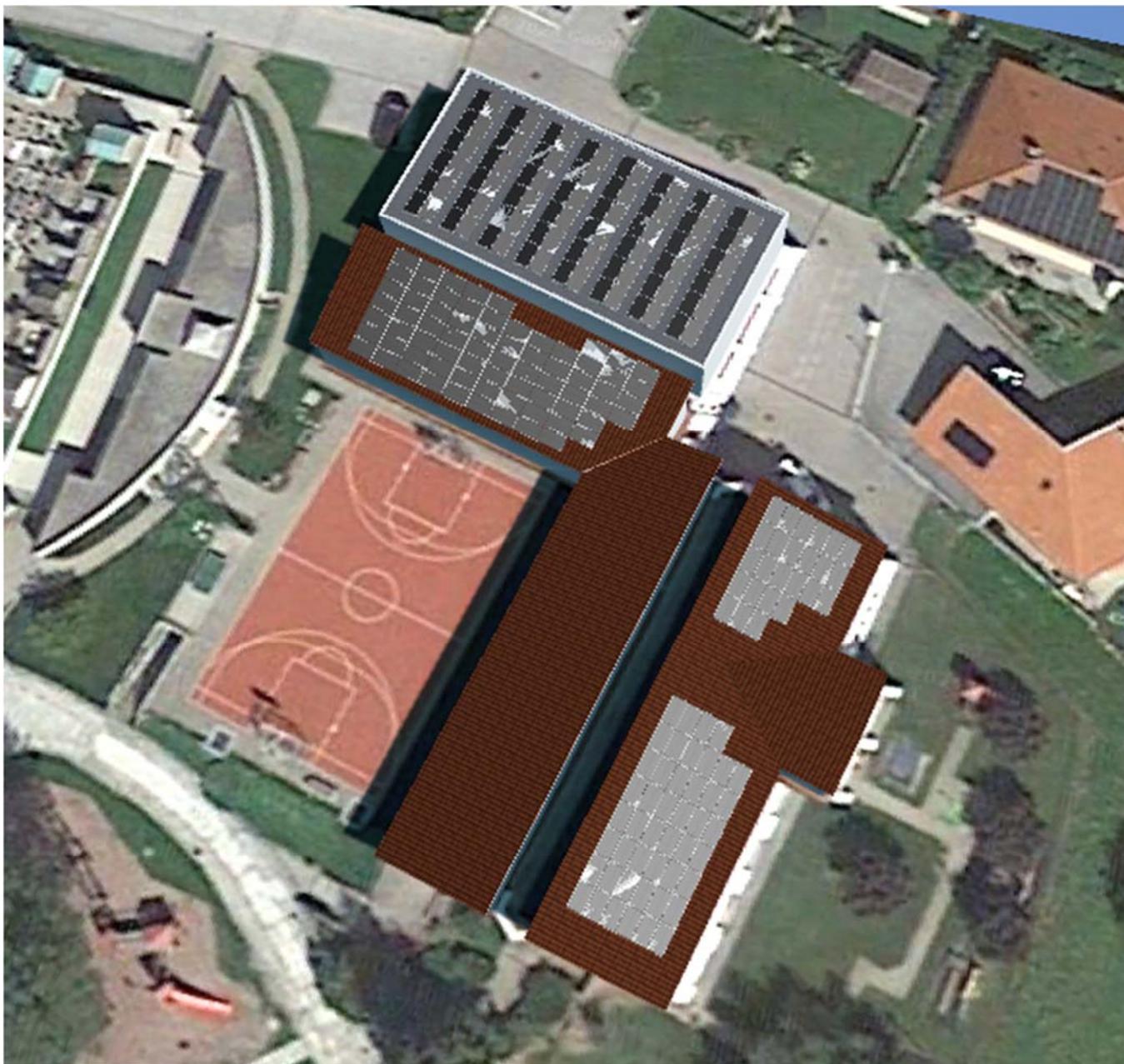


96 moduli 430Wp  
Est-Ovest  
12 Stringhe



141 moduli 430Wp  
Est-Ovest-Sud  
12 Stringhe







**TERRA 5K** RESIDENTIAL  
**HOUSEHOLD MODELS**

**TH400-430PMB7 44SCS**

**MEASUREMENTS (Unit: mm)**



**MECHANICAL PARAMETERS**

|                  |   |
|------------------|---|
| Dimensions       | 1613 x 1066 x 30mm  |
| Weight           | 38.8kg±5%   |
| Front glass      | tempered glass, 3.2mm   |
| Frame            | Anodized aluminum profile   |
| Cells            | Monocrystalline solar cell  |
| Cell Orientation | 3MS (N = S)   |
| Junction Box     | IP68, two diodes Converter / 60Vdc EVCC                                   |
| Cable            | 4mm <sup>2</sup> / 1000mm±1.00mm (Vertical)<br>2200mm±1.00mm (Horizontal) |
| Packaging        | 178kgm (44panels/36kgm/panel +3 pallete 34kgm/panel)                      |

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (STC)**

|                                  |                     |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Module Type                      | TH400-430PMB7-44SCS | 430   | 435   | 440   | 445   | 450   | 455   | 460   |
| Maximum Power Pmax [W]           |                     | 430   | 435   | 439   | 443   | 446   | 449   | 452   |
| Open Circuit Voltage Voc [V]     |                     | 41.8  | 41.7  | 41.6  | 41.5  | 41.4  | 41.3  | 41.3  |
| Short Circuit Current Isc [A]    |                     | 10.88 | 10.88 | 10.92 | 10.94 | 10.95 | 10.95 | 10.91 |
| Voltage at Maximum Power Vmp [V] |                     | 34.7  | 34.6  | 34.6  | 34.6  | 34.6  | 34.6  | 34.5  |
| Current at Maximum Power Imp [A] |                     | 12.40 | 12.39 | 12.39 | 12.38 | 12.37 | 12.36 | 12.31 |
| Module Efficiency [%]            |                     | 21.7  | 21.6  | 21.7  | 21.7  | 21.6  | 21.6  | 21.4  |

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (NIMOT)**

|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power Pmax [W]           | 35A   | 325   | 316   | 311   | 306   | 301   | 296   | 291   |
| Open Circuit Voltage Voc [V]     | 39.9  | 39.8  | 39.7  | 39.6  | 39.5  | 39.4  | 39.3  | 39.3  |
| Short Circuit Current Isc [A]    | 10.81 | 10.80 | 10.80 | 10.81 | 10.81 | 10.80 | 10.80 | 10.80 |
| Voltage at Maximum Power Vmp [V] | 32.1  | 32.0  | 32.0  | 32.0  | 32.0  | 32.0  | 32.0  | 32.0  |
| Current at Maximum Power Imp [A] | 9.29  | 9.38  | 9.52  | 9.63  | 9.71  | 9.78  | 9.83  | 9.84  |

1. Standard Test Conditions (STC): Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, ambient temperature 25°C according to IEC 60904-9;  
 2. Nominal Module Operating Temperature (NMOT): Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, ambient temperature 30°C;  
 3. Tolerance of Voc: ±0.4%; depending on complexity of process: ±0.5%;  
 Performance deviation of Voc, Isc, Pmax, Vmp, Imp and Efficiency: ±0.5%.

**TEMPERATURE PARAMETERS**

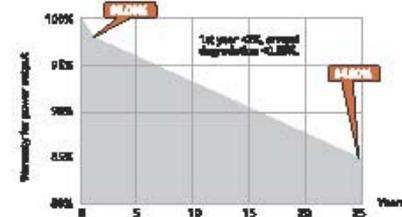
|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| NMOT                           | 42.80 °C (±0.2%) |
| Temperature Coefficient of Voc | -0.275%/°C       |
| Temperature Coefficient of Isc | +0.046%/°C       |
| Temperature Coefficient of Pm  | -0.356%/°C       |

**MAXIMUM RATINGS**

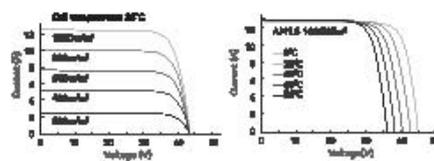
|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Maximum System Voltage [V]         | DC1500 (IEC)  |
| Series Fuse Rating [A]             | 25  |
| Maximum Surface Load Capacity [Pa] | Front 5400 / Back 2400                                  |
| Temperature Range [°C]             | -40 ~ +85   |
| Withstanding Volt                  | Maximum clearance of 25mm with largest aspect of 23mm/2 |

**WARRANTY**

**Linear Power Output Warranty**



**I-V CURVE**



**CERTIFICATIONS**

**Quality Management System and Product Certification**

- ISO12184/1730, ISO9001:2015, ISO17016:2017
- ISO2216 Chemicals, ISO9000-2-2015
- ISO 9001:2015 / quality management system
- ISO 14001:2015 / environmental management system
- ISO 45001:2018 / occupational health safety management system
- ISO 9001:2015 / energy management system
- IEC 61214-2014 / PV industry quality management system



Before installation 0521-4894488 Email: info@timgroup.com Add: 900 Chongqing Avenue, High-tech Zone, Hefei City, Anhui Province  
 Disclaimer: With the installed program and product updates, there will be a change to the technical parameters of the TW Solar's frame systems and the technical parameters of the qualification. The TW Solar reserves the right to adjust the installed parameters in any time without notifying the customer. TW Solar reserves the right of interpretation. 0521489448

*Tutto è connessione*

## Installazione fotovoltaica

Con l'ausilio del software PV-Syst abbiamo dimensionato i sistemi; calcolato la produzione annua sulla base dei dati meteo degli ultimi 10 anni, nel punto cardinale dove è prevista la realizzazione degli impianti.

### Per il tetto della palestra:

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Nr. di moduli         | 96 unità        |
| P nominale TOT        | 41.280 kWp      |
| Inverter unità        | 1               |
| Energia prodotta anno | 42'600 kWh/anno |

### Per il tetto a falde della scuola:

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Nr. di moduli         | 141 unità       |
| P nominale TOT        | 60.630 kWp      |
| Inverter unità        | 1               |
| Energia prodotta anno | 61'100 kWh/anno |

### Per il la copertura al campo di calcio:

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Nr. di moduli         | 48 unità        |
| P nominale TOT        | 20.640 kWp      |
| Inverter unità        | 1               |
| Energia prodotta anno | 22'320 kWh/anno |

Totale energia prodotta annualmente stimata: circa **126 MWh/anno**

## Stima investimento previsto

Presentiamo una stima dei costi per il sistema elaborato.  
(Tutti i prezzi sono esposti esenti da IVA)

### Tetto della palestra:

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Costo sistema                         | ca. 60'630 CHF                                   |
| <u>Comprensivo di:</u>                |  |
|                                       | fissaggio sulla struttura di copertura del tetto |
|                                       | moduli fotovoltaici                              |
|                                       | cablaggi in DC a AC                              |
|                                       | Quadri elettrici e collegamenti ai conteggi      |
|                                       | Pratiche amministrative                          |
| Aggiornamento linea vita tetto piatto | ca. 5'000 CHF                                    |
| Incentivi RU Pronovo                  | ca. -14'783 CHF                                  |
| Incentivi RU FER                      | ca. -6'827 CHF                                   |
| Totale incentivi                      | ca. -21'610 CHF                                  |
| Investimento al netto di incentivi    | ca. 44'020 CHF                                   |

### Tetti della scuola:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Costo sistema                      | ca. 86'600 CHF                                   |
| <u>Comprensivo di:</u>             |  |
|                                    | fissaggio sulla struttura di copertura del tetto |
|                                    | moduli fotovoltaici                              |
|                                    | cablaggi in DC a AC                              |
|                                    | Quadri elettrici e collegamenti ai conteggi      |
|                                    | Pratiche amministrative                          |
| Linea vita tetto piatto            | ca. 10'000 CHF                                   |
| Incentivi RU Pronovo               | ca. -20'588 CHF                                  |
| Incentivi RU FER                   | ca. -8'762 CHF                                   |
| Totale incentivi                   | ca. -29'350 CHF                                  |
| CHF                                |  |
| Investimento al netto di incentivi | ca. 67'250 CHF                                   |

### Copertura della buvette campo di calcio:

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Costo sistema                      | ca. 43'300 CHF                                      |
| <u>Comprensivo di:</u>             |   |
|                                    | fissaggio sulla struttura di copertura del terrazzo |
|                                    | moduli fotovoltaici                                 |
|                                    | cablaggi in DC a AC                                 |
|                                    | Quadri elettrici e collegamenti ai conteggi         |
|                                    | Pratiche amministrative                             |
| Incentivi RU Pronovo               | ca. -7'843 CHF                                      |
| Incentivi RU FER                   | ca. -4'514 CHF                                      |
| Totale incentivi                   | ca. -12'357 CHF                                     |
| Investimento al netto di incentivi | ca. 30'943 CHF                                      |

**Sommatoria dell'investimento totale e degli incentivi previsti di Pronovo e FER:  
(gli incentivi possono subire delle variazioni)**

|   |                 |
|---|-----------------|
| Investimento totale                       | ca. 205'530 CHF |
| Incentivi RU Pronovo                      | ca. -43'214 CHF |
| Incentivi RU FER                          | ca. -20'103 CHF |
| Totale incentivi                          | ca. -63'317 CHF |
| Investimento totale al netto di incentivi | ca. 142'213 CHF |

annotazioni:

L'investimento per la struttura portante del sistema è stato stimato, senza aver ricevuto conferma di tenuta statica per la parte strutturale.  
È necessario ricevere una approvazione, dopodiché sarà necessario affinare la progettazione con le relative verifiche strutturali.

## Messa a concorso

Il Municipio non si è ancora espresso e lo farà a tempo debito.  
Noi consigliamo di procedere con concorso a invito con minimo tre partecipanti.

## Considerazioni finali:

### costi e incentivi

I costi di investimento e gli incentivi federali e cantonali sono stati calcolati con i nuovi parametri 2024, questi ultimi variano secondo decisioni del Consiglio federale, sarà possibile fissarli unicamente con l'inoltro della notifica di impianto agli enti preposti quando tutti i dati di progetto saranno confermati. Nel calcolo per il ritorno di investimento è stato stimato un importo di pagamento da parte del gestore di rete dell'energia elettrica prodotta in esubero di 0,085cts al kWh, questo importo è valutato con i dati di inizio 2024, non abbiamo conferme per quando il sistema sarà in funzione. Con i calcoli attuali, il tempo per il ritorno di investimento supera i 20 anni, considerando una quota parte di energia diurna in autoconsumo.

### realizzazione

Considerando che i tre impianti si realizzerebbero su differenti tetti, è possibile valutare l'esecuzione degli impianti anche parzialmente, in tempistiche differenti. Per gli impianti sui tetti Scuola e Palestra, tuttavia, consigliamo di valutare la realizzazione della parte AC (corrente alternata) dopo gli inverter fotovoltaici, in una sola tappa, per evitare diversi interventi di aggiornamento dei Quadri di distribuzione.

**ELETTRONORMA SA**  
Luca Ruess

Allegati: calcolazione PVsyst  
Piano e sezione

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Comune Pura, Scuole

Variante: Tetto buvette campo calcio

Nessuna scena 3D, nessuna ombreggiatura

Potenza di sistema: 20.64 kWp

Pura - Svizzera

**Autore**

Elettronorma SA (Switzerland)

Via Besso 41

Lugano / 6900





**PVsyst V7.4.5**

VC2, Simulato su  
04/03/24 15:12  
con v7.4.5

**Sommario del progetto**

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Luogo geografico</b><br>Pura<br>Svizzera                                 | <b>Ubicazione</b><br>Latitudine 45.99 °N<br>Longitudine 8.87 °E<br>Altitudine 399 m<br>Fuso orario UTC+1 | <b>Parametri progetto</b><br>Albedo 0.20 |
| <b>Dati meteo</b><br>Pura<br>Meteonorm 8.1 (1996-2015), Sat=24% - Sintetico |  |  |

**Sommario del sistema**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Sistema connesso in rete</b><br>Simulazione per l'anno n° 10                                     | <b>Nessuna scena 3D, nessuna ombreggiatura</b>  |   |  |
| <b>Orientamento campo FV</b><br>Piani fissi 2 orientamenti<br>Inclin/azimuts 15 / 180 °<br>15 / 0 ° | <b>Ombre vicine</b><br>Senza ombre  | <b>Bisogni dell'utente</b><br>Carico costante fisso<br>1 W<br>Globale<br>8.8 kWh/Anno |  |
| <b>Informazione sistema</b><br><b>Campo FV</b><br>Nr. di moduli 48 unità<br>Pnom totale 20.64 kWp   | <b>Inverter</b><br>Numero di unità 1 unità<br>Pnom totale 22.00 kWac<br>Rapporto Pnom 0.938 |   |  |

**Sommario dei risultati**

|                                  |                                 |                              |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Energia prodotta 22.31 MWh/anno  | Prod. Specif. 1081 kWh/kWp/anno | Indice rendimento PR 78.42 % |
| Energia utilizzata 0.01 MWh/anno |                                 | Frazione solare SF 47.90 %   |

**Indice dei contenuti**

|   |   |
|---|---|
| Sommario del progetto e dei risultati                           | 2 |
| Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema | 3 |
| Definizione orizzonte   | 4 |
| Risultati principali  | 5 |
| Diagramma perdite   | 6 |
| Grafici predefiniti   | 7 |



## PVsyst V7.4.5

VC2, Simulato su  
04/03/24 15:12  
con v7.4.5

## Parametri principali

## Sistema connesso in rete

Nessuna scena 3D, nessuna ombreggiatura

## Orientamento campo FV

## Orientamento

Piani fissi 2 orientamenti  
Inclin/azimuts 15 / 180 °  
15 / 0 °

## Configurazione sheds

Nessuna scena 3D

## Modelli utilizzati

Trasposizione Perez  
Diffuso Perez, Meteororm  
Circumsolare separare

## Orizzonte

Altezza media 10.6 °

## Ombre vicine

Senza ombre

## Bisogni dell'utente

Carico costante fisso  
1 W  
Globale  
8.8 kWh/Anno

## Caratteristiche campo FV

## Modulo FV

Costruttore SunPro Power  
Modello SunProPower-M6-HIEFF-430  
(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 430 Wp  
Numero di moduli FV 48 unità  
Nominale (STC) 20.64 kWp  
Moduli 3 stringa x 16 In serie

## In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 18.89 kWp  
U mpp 596 V  
I mpp 32 A

## Potenza PV totale

Nominale (STC) 21 kWp  
Totale 48 moduli  
Superficie modulo 104 m<sup>2</sup>  
Superficie cella 95.2 m<sup>2</sup>

## Inverter

Costruttore Sungrow  
Modello SG20KTL-M  
(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 22.0 kWac  
Numero di inverter 2 \* MPPT 50% 1 unità  
Potenza totale 22.0 kWac  
Voltaggio di funzionamento 200-850 V  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.94  
No power sharing between MPPTs

## Potenza totale inverter

Potenza totale 22 kWac  
Numero di inverter 1 unità  
Rapporto Pnom 0.94

## Perdite campo

## Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento  
Uc (cost) 20.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (vento) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

## Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

## Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 310 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

## Degrado medio dei moduli

Anno n° 10  
Fattore di perdita annuale 0.4 %/anno

## Mismatch dovuto a degrado

Dispersione Imp RMS 0.4 %/anno  
Dispersione Vmp RMS 0.4 %/anno

## Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite -0.8 %

## Fattore di perdita IAM

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel levigato, n = 1.526

| 0°    | 30°   | 50°   | 60°   | 70°   | 75°   | 80°   | 85°   | 90°   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 0.998 | 0.981 | 0.948 | 0.862 | 0.776 | 0.636 | 0.403 | 0.000 |



PVsyst V7.4.5  
VC2, Simulato su  
04/03/24 15:12  
con v7.4.5

**Definizione orizzonte**

Horizon from PVGIS website API, Lat=45°59'11', Long=8°52'7', Alt=399m

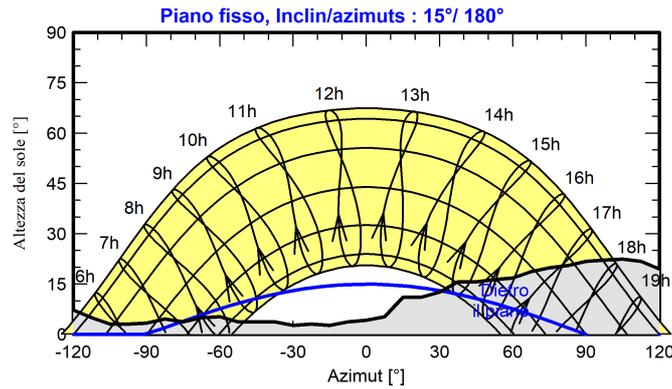
|                    |        |                   |       |
|--------------------|--------|-------------------|-------|
| Altezza media      | 10.6 ° | Fattore su albedo | 0.62  |
| Fattore su diffuso | 0.95   | Frazione albedo   | 100 % |

**Profilo dell'orizzonte**

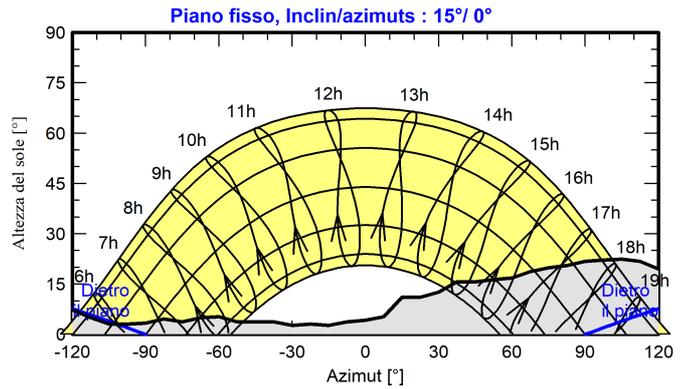
|             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Azimut [°]  | -180 | -173 | -165 | -158 | -150 | -143 | -135 | -128 | -120 | -113 | -105 | -98  |
| Altezza [°] | 7.6  | 7.3  | 8.4  | 11.5 | 13.8 | 13.4 | 11.5 | 9.9  | 7.3  | 5.0  | 3.1  | 3.1  |
| Azimut [°]  | -90  | -83  | -75  | -68  | -60  | -53  | -38  | -30  | -23  | -15  | -8   | 0    |
| Altezza [°] | 3.4  | 4.6  | 3.8  | 5.0  | 5.3  | 3.8  | 3.8  | 2.7  | 3.1  | 2.7  | 3.8  | 4.2  |
| Azimut [°]  | 8    | 15   | 23   | 30   | 38   | 45   | 53   | 60   | 68   | 75   | 83   | 90   |
| Altezza [°] | 5.3  | 11.1 | 11.1 | 12.6 | 15.7 | 15.7 | 16.4 | 16.8 | 18.7 | 19.9 | 20.6 | 21.8 |
| Azimut [°]  | 98   | 105  | 113  | 120  | 128  | 135  | 143  | 150  | 158  | 165  | 173  | 180  |
| Altezza [°] | 22.2 | 22.5 | 21.8 | 19.5 | 18.3 | 16.8 | 13.0 | 10.7 | 9.9  | 9.5  | 8.4  | 7.6  |

**Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)**

**Orientamento #1**



**Orientamento #2**





**Risultati principali**

**Produzione sistema**

|                    |                |                      |                   |
|--------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| Energia prodotta   | 22.31 MWh/anno | Prod. Specif.        | 1081 kWh/kWp/anno |
| Energia utilizzata | 0.01 MWh/anno  | Indice rendimento PR | 78.42 %           |
|                    |                | Frazione solare SF   | 47.90 %           |

**Valutazione Economica**

**Investimento**

|           |              |
|-----------|--------------|
| Globale   | 42461.68 CHF |
| Specifico | 2.06 CHF/Wc  |

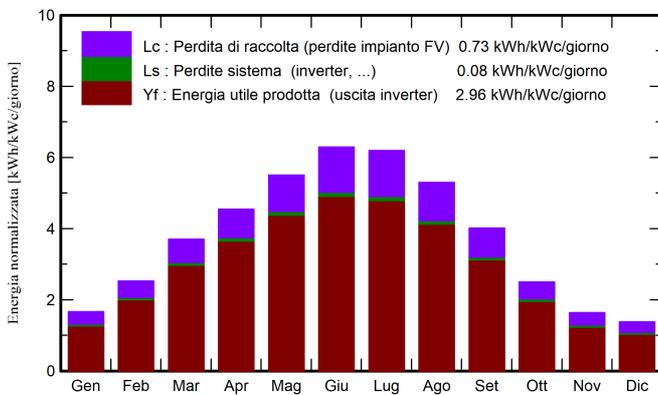
**Costo annuale**

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Annualità                          | 0.00 CHF/a    |
| Costi esercizio                    | 1200.00 CHF/a |
| Tempo rit. investimento/Infruttoso |               |

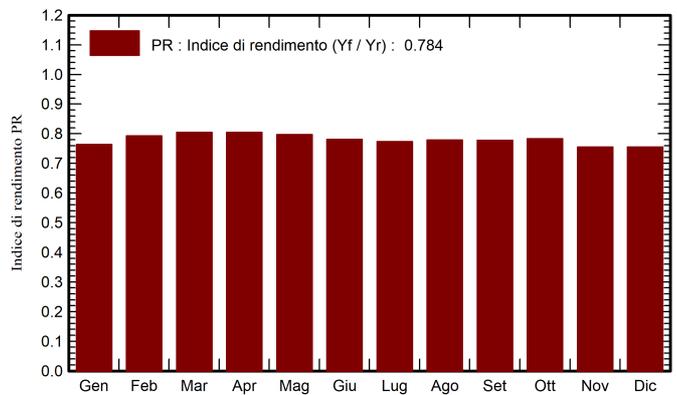
**LCOE**

|               |              |
|---------------|--------------|
| Costo energia | 0.13 CHF/kWh |
|---------------|--------------|

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

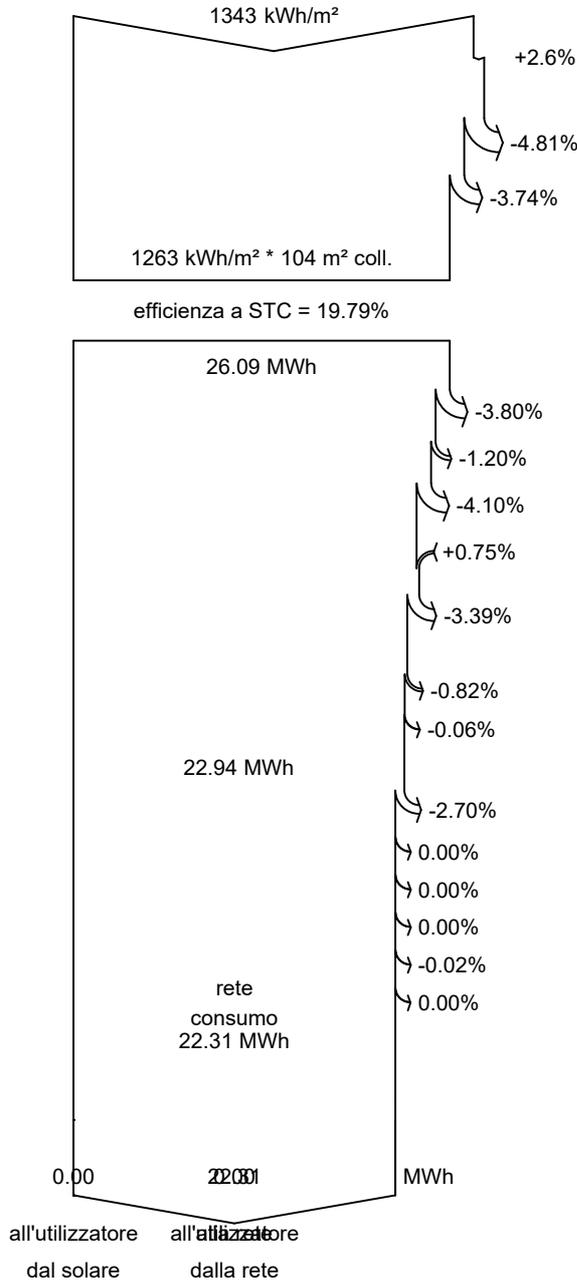
|           | GlobHor            | DiffHor            | T_Amb | GlobInc            | GlobEff            | EArray | E_User | E_Solar | E_Grid | EFrGrid |
|-----------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------|---------|--------|---------|
|           | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | °C    | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | MWh    | MWh    | MWh     | MWh    | MWh     |
| Gennaio   | 45.6               | 21.24              | 0.82  | 51.5               | 43.9               | 0.846  | 0.001  | 0.000   | 0.811  | 0.000   |
| Febbraio  | 65.1               | 30.45              | 2.60  | 70.7               | 62.4               | 1.195  | 0.001  | 0.000   | 1.157  | 0.000   |
| Marzo     | 109.4              | 48.76              | 7.58  | 114.6              | 104.4              | 1.956  | 0.001  | 0.000   | 1.905  | 0.000   |
| Aprile    | 134.2              | 64.81              | 11.52 | 136.3              | 126.3              | 2.322  | 0.001  | 0.000   | 2.263  | 0.000   |
| Maggio    | 170.9              | 83.15              | 15.70 | 170.7              | 159.2              | 2.875  | 0.001  | 0.000   | 2.806  | 0.000   |
| Giugno    | 190.4              | 78.43              | 19.97 | 188.8              | 176.7              | 3.115  | 0.001  | 0.000   | 3.043  | 0.000   |
| Luglio    | 193.0              | 79.33              | 21.88 | 192.2              | 179.2              | 3.141  | 0.001  | 0.000   | 3.068  | 0.000   |
| Agosto    | 162.6              | 70.90              | 20.92 | 164.2              | 152.9              | 2.705  | 0.001  | 0.000   | 2.641  | 0.000   |
| Settembre | 116.7              | 53.33              | 16.33 | 120.4              | 109.9              | 1.987  | 0.001  | 0.000   | 1.933  | 0.000   |
| Ottobre   | 73.4               | 40.24              | 11.82 | 77.5               | 69.9               | 1.298  | 0.001  | 0.000   | 1.254  | 0.000   |
| Novembre  | 44.6               | 22.44              | 6.09  | 49.1               | 42.4               | 0.801  | 0.001  | 0.000   | 0.765  | 0.000   |
| Dicembre  | 37.6               | 19.99              | 1.57  | 42.7               | 36.2               | 0.698  | 0.001  | 0.000   | 0.665  | 0.000   |
| Anno      | 1343.4             | 613.05             | 11.45 | 1378.6             | 1263.3             | 22.940 | 0.009  | 0.004   | 22.310 | 0.005   |

**Legenda**

|         |  |         |                                   |
|---------|--|---------|-----------------------------------|
| GlobHor | Irraggiamento orizzontale globale          | EArray  | Energia effettiva in uscita campo |
| DiffHor | Irraggiamento diffuso orizz.               | E_User  | Energia fornita all'utente        |
| T_Amb   | Temperatura ambiente                       | E_Solar | Energia dal sole                  |
| GlobInc | Globale incidente piano coll.              | E_Grid  | Energia immessa in rete           |
| GlobEff | Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre | EFrGrid | Energia dalla rete                |



Diagramma perdite



Irraggiamento orizzontale globale

Globale incidente piano coll.

Ombre lontane / Orizzonte

Fattore IAM su globale

Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita per degrado moduli ( Per anno #10)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

Perdita per "disadattamento" campo di moduli  
(che include 1.4% dispersione per degrado)

Perdite ohmiche di cablaggio

Perdite di disadattamento dovute ad orientamento misto

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

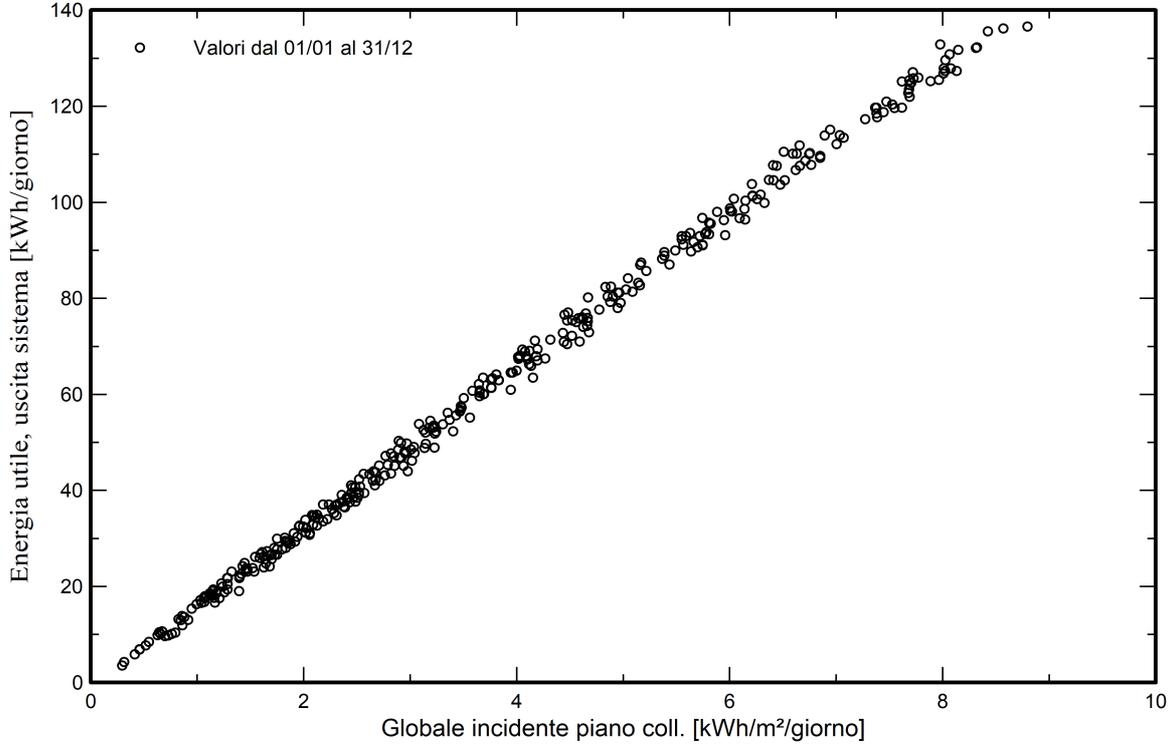
Energia in uscita inverter

Distribuz.: utente e iniezione rete

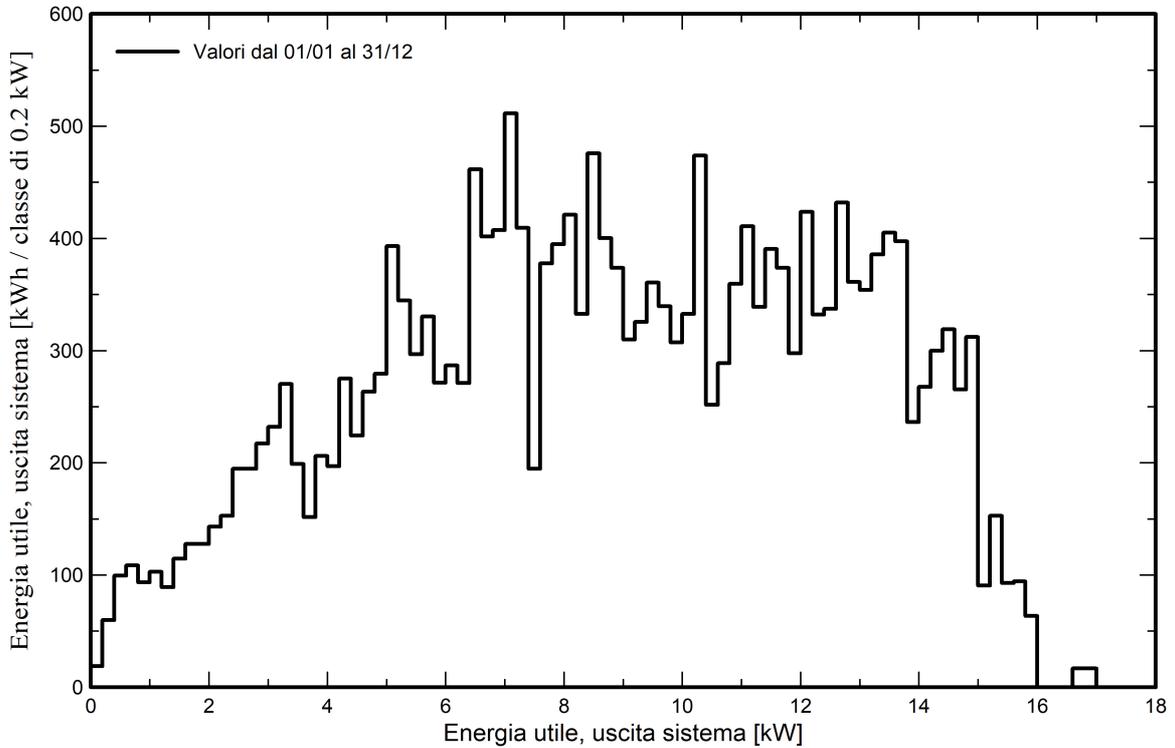


Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Comune Pura, Scuole

Variante: Tetto palestra

Nessuna scena 3D, nessuna ombreggiatura

Potenza di sistema: 41.3 kWp

Pura - Svizzera



### **Autore**

Elettronorma SA (Switzerland)

Via Besso 41

Lugano / 6900





**PVsyst V7.4.5**

VC1, Simulato su  
04/03/24 15:01  
con v7.4.5

**Sommario del progetto**

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Luogo geografico</b><br>Pura<br>Svizzera                                 | <b>Ubicazione</b><br>Latitudine 45.99 °N<br>Longitudine 8.87 °E<br>Altitudine 399 m<br>Fuso orario UTC+1 | <b>Parametri progetto</b><br>Albedo 0.20 |
| <b>Dati meteo</b><br>Pura<br>Meteonorm 8.1 (1996-2015), Sat=24% - Sintetico |  |  |

**Sommario del sistema**

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Sistema connesso in rete</b><br>Simulazione per l'anno n° 20                                      | <b>Nessuna scena 3D, nessuna ombreggiatura</b>   |   |  |
| <b>Orientamento campo FV</b><br>Piani fissi 2 orientamenti<br>Inclin/azimuts 12 / -72 °<br>12 / 98 ° | <b>Ombre vicine</b><br>Senza ombre   | <b>Bisogni dell'utente</b><br>Carico costante fisso<br>1 W<br>Globale<br>8.8 kWh/Anno |  |
| <b>Informazione sistema</b><br><b>Campo FV</b><br>Nr. di moduli 96 unità<br>Pnom totale 41.3 kWp     | <b>Inverter</b><br>Numero di unità 1 unità<br>Pnom totale 50.0 kWac<br>Rapporto Pnom 0.826 |   |  |

**Sommario dei risultati**

|                                  |                                |                              |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Energia prodotta 39.29 MWh/anno  | Prod. Specif. 952 kWh/kWp/anno | Indice rendimento PR 71.77 % |
| Energia utilizzata 0.01 MWh/anno |                                | Frazione solare SF 47.77 %   |

**Indice dei contenuti**

|   |   |
|---|---|
| Sommario del progetto e dei risultati                           | 2 |
| Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema | 3 |
| Definizione orizzonte   | 4 |
| Risultati principali  | 5 |
| Diagramma perdite   | 6 |
| Grafici predefiniti   | 7 |



## PVsyst V7.4.5

VC1, Simulato su  
04/03/24 15:01  
con v7.4.5

## Parametri principali

|                                 |                |  |                            |
|---------------------------------|----------------|--|----------------------------|
| <b>Sistema connesso in rete</b> |                | <b>Nessuna scena 3D, nessuna ombreggiatura</b> |                            |
| <b>Orientamento campo FV</b>    |                | <b>Configurazione sheds</b>                    | <b>Modelli utilizzati</b>  |
| <b>Orientamento</b>             |                | Nessuna scena 3D                               | Trasposizione Perez        |
| Piani fissi                     | 2 orientamenti |  | Diffuso Perez, Meteonorm   |
| Inclin/azimuts                  | 12 / -72 °     |  | Circumsolare separare      |
|                                 | 12 / 98 °      |  |                            |
| <b>Orizzonte</b>                |                | <b>Ombre vicine</b>                            | <b>Bisogni dell'utente</b> |
| Altezza media                   | 10.6 °         | Senza ombre                                    | Carico costante fisso      |
|                                 |                |  | 1 W                        |
|                                 |                |  | Globale                    |
|                                 |                |  | 8.8 kWh/Anno               |

## Caratteristiche campo FV

|                                 |                          |                                    |                               |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Modulo FV</b>                |                          | <b>Inverter</b>                    |                               |
| Costruttore                     | SunPro Power             | Costruttore                        | SMA                           |
| Modello                         | SunProPower-M6-HIEFF-430 | Modello                            | Sunny Tripower STP50-41-Core1 |
| (PVsyst database originale)     |                          | (PVsyst database originale)        |                               |
| Potenza nom. unit.              | 430 Wp                   | Potenza nom. unit.                 | 50.0 kWac                     |
| Numero di moduli FV             | 96 unità                 | Numero di inverter                 | 1 unità                       |
| Nominale (STC)                  | 41.3 kWp                 | Potenza totale                     | 50.0 kWac                     |
| Moduli                          | 12 stringa x 8 In serie  | Voltaggio di funzionamento         | 188-800 V                     |
| <b>In cond. di funz. (50°C)</b> |                          | Rapporto Pnom (DC:AC)              | 0.83                          |
| Pmpp                            | 37.8 kWp                 | Power sharing within this inverter |                               |
| U mpp                           | 298 V                    |                                    |                               |
| I mpp                           | 127 A                    |                                    |                               |
| <b>Potenza PV totale</b>        |                          | <b>Potenza totale inverter</b>     |                               |
| Nominale (STC)                  | 41 kWp                   | Potenza totale                     | 50 kWac                       |
| Totale                          | 96 moduli                | Numero di inverter                 | 1 unità                       |
| Superficie modulo               | 209 m <sup>2</sup>       | Rapporto Pnom                      | 0.83                          |
| Superficie cella                | 190 m <sup>2</sup>       |                                    |                               |

## Perdite campo

|   |                            |  |             |                                  |            |       |       |       |
|---|----------------------------|--|-------------|----------------------------------|------------|-------|-------|-------|
| <b>Fatt. di perdita termica</b>   |                            | <b>Perdite DC nel cablaggio</b>        |             | <b>Perdita di qualità moduli</b> |            |       |       |       |
| Temperatura modulo secondo irraggiamento  |                            | Res. globale campo                     | 39 mΩ       | Fraz. perdite                    | -0.8 %     |       |       |       |
| Uc (cost)   | 20.0 W/m <sup>2</sup> K    | Fraz. perdite                          | 1.5 % a STC |                                  |            |       |       |       |
| Uv (vento)  | 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s |  |             |                                  |            |       |       |       |
| <b>Perdite per mismatch del modulo</b>  |                            | <b>Perdita disadattamento Stringhe</b> |             | <b>Degrado medio dei moduli</b>  |            |       |       |       |
| Fraz. perdite   | 2.0 % a MPP                | Fraz. perdite                          | 0.2 %       | Anno n°                          | 20         |       |       |       |
|   |                            |  |             | Fattore di perdita annuale       | 0.4 %/anno |       |       |       |
|   |                            |  |             | <b>Mismatch dovuto a degrado</b> |            |       |       |       |
|   |                            |  |             | Dispersione Imp RMS              | 0.4 %/anno |       |       |       |
|   |                            |  |             | Dispersione Vmp RMS              | 0.4 %/anno |       |       |       |
| <b>Fattore di perdita IAM</b>   |                            |  |             |                                  |            |       |       |       |
| Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel levigato, n = 1.526 |                            |  |             |                                  |            |       |       |       |
| 0°  | 30°                        | 50°                                    | 60°         | 70°                              | 75°        | 80°   | 85°   | 90°   |
| 1.000   | 0.998                      | 0.981                                  | 0.948       | 0.862                            | 0.776      | 0.636 | 0.403 | 0.000 |



PVsyst V7.4.5  
VC1, Simulato su  
04/03/24 15:01  
con v7.4.5

**Definizione orizzonte**

Horizon from PVGIS website API, Lat=45°59'11', Long=8°52'7', Alt=399m

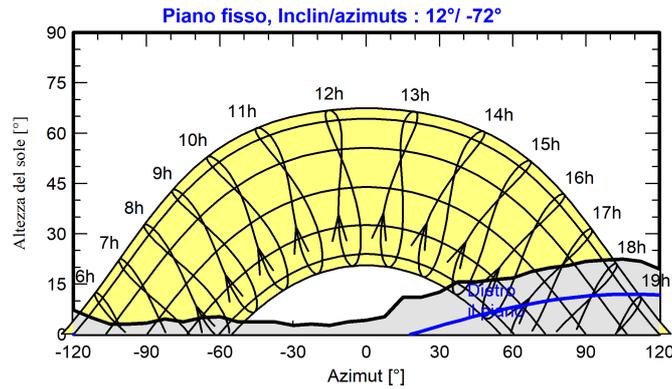
|                    |        |                   |       |
|--------------------|--------|-------------------|-------|
| Altezza media      | 10.6 ° | Fattore su albedo | 0.11  |
| Fattore su diffuso | 0.92   | Frazione albedo   | 100 % |

**Profilo dell'orizzonte**

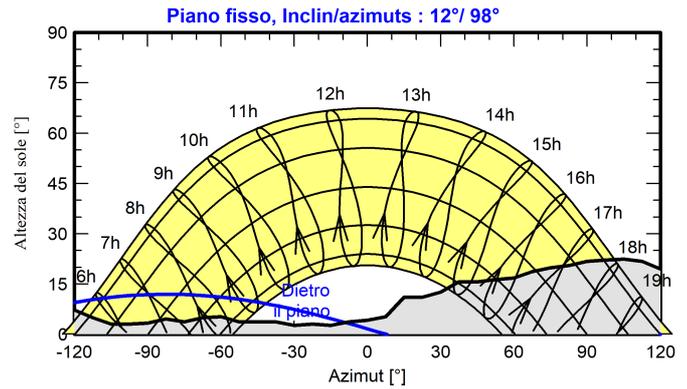
|             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Azimut [°]  | -180 | -173 | -165 | -158 | -150 | -143 | -135 | -128 | -120 | -113 | -105 | -98  |
| Altezza [°] | 7.6  | 7.3  | 8.4  | 11.5 | 13.8 | 13.4 | 11.5 | 9.9  | 7.3  | 5.0  | 3.1  | 3.1  |
| Azimut [°]  | -90  | -83  | -75  | -68  | -60  | -53  | -38  | -30  | -23  | -15  | -8   | 0    |
| Altezza [°] | 3.4  | 4.6  | 3.8  | 5.0  | 5.3  | 3.8  | 3.8  | 2.7  | 3.1  | 2.7  | 3.8  | 4.2  |
| Azimut [°]  | 8    | 15   | 23   | 30   | 38   | 45   | 53   | 60   | 68   | 75   | 83   | 90   |
| Altezza [°] | 5.3  | 11.1 | 11.1 | 12.6 | 15.7 | 15.7 | 16.4 | 16.8 | 18.7 | 19.9 | 20.6 | 21.8 |
| Azimut [°]  | 98   | 105  | 113  | 120  | 128  | 135  | 143  | 150  | 158  | 165  | 173  | 180  |
| Altezza [°] | 22.2 | 22.5 | 21.8 | 19.5 | 18.3 | 16.8 | 13.0 | 10.7 | 9.9  | 9.5  | 8.4  | 7.6  |

**Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)**

**Orientamento #1**



**Orientamento #2**





**PVsyst V7.4.5**

VC1, Simulato su  
04/03/24 15:01  
con v7.4.5

**Risultati principali**

**Produzione sistema**

|                    |                |                      |                  |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------|
| Energia prodotta   | 39.29 MWh/anno | Prod. Specif.        | 952 kWh/kWp/anno |
| Energia utilizzata | 0.01 MWh/anno  | Indice rendimento PR | 71.77 %          |
|                    |                | Frazione solare SF   | 47.77 %          |

**Valutazione Economica**

**Investimento**

|           |              |
|-----------|--------------|
| Globale   | 79150.82 CHF |
| Specifico | 1.92 CHF/Wc  |

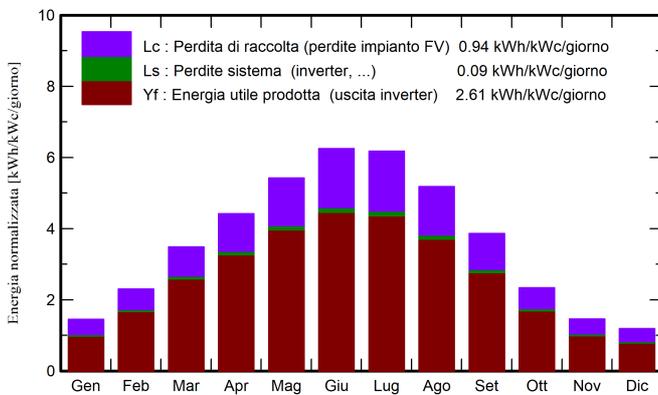
**Costo annuale**

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| Annualità                          | 0.00 CHF/a    |
| Costi esercizio                    | 1900.00 CHF/a |
| Tempo rit. investimento/Infruttoso |               |

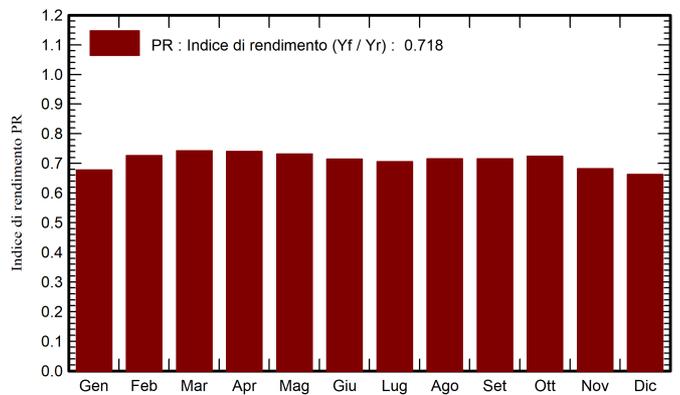
**LCOE**

|               |              |
|---------------|--------------|
| Costo energia | 0.13 CHF/kWh |
|---------------|--------------|

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

|                  | GlobHor            | DiffHor            | T_Amb | GlobInc            | GlobEff            | EArray | E_Grid | PR    | EFrGrid | EFrGrid |
|------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------|-------|---------|---------|
|                  | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | °C    | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | MWh    | MWh    | ratio | MWh     | MWh     |
| <b>Gennaio</b>   | 45.6               | 21.24              | 0.82  | 44.9               | 36.1               | 1.315  | 1.257  | 0.677 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Febbraio</b>  | 65.1               | 30.45              | 2.60  | 64.4               | 55.2               | 2.000  | 1.929  | 0.726 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Marzo</b>     | 109.4              | 48.76              | 7.58  | 108.0              | 96.5               | 3.414  | 3.306  | 0.742 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Aprile</b>    | 134.2              | 64.81              | 11.52 | 132.4              | 120.5              | 4.174  | 4.044  | 0.740 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Maggio</b>    | 170.9              | 83.15              | 15.70 | 168.0              | 154.2              | 5.234  | 5.075  | 0.732 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Giugno</b>    | 190.4              | 78.43              | 19.97 | 187.4              | 172.1              | 5.696  | 5.526  | 0.714 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Luglio</b>    | 193.0              | 79.33              | 21.88 | 191.6              | 174.9              | 5.755  | 5.582  | 0.706 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Agosto</b>    | 162.6              | 70.90              | 20.92 | 160.7              | 147.1              | 4.894  | 4.745  | 0.716 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Settembre</b> | 116.7              | 53.33              | 16.33 | 115.9              | 103.8              | 3.537  | 3.423  | 0.716 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Ottobre</b>   | 73.4               | 40.24              | 11.82 | 72.5               | 64.1               | 2.246  | 2.164  | 0.724 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Novembre</b>  | 44.6               | 22.44              | 6.09  | 43.8               | 36.2               | 1.292  | 1.233  | 0.682 | 0.000   | 0.000   |
| <b>Dicembre</b>  | 37.6               | 19.99              | 1.57  | 36.8               | 29.2               | 1.059  | 1.007  | 0.662 | 0.001   | 0.001   |
| <b>Anno</b>      | 1343.4             | 613.05             | 11.45 | 1326.4             | 1190.0             | 40.616 | 39.289 | 0.718 | 0.005   | 0.005   |

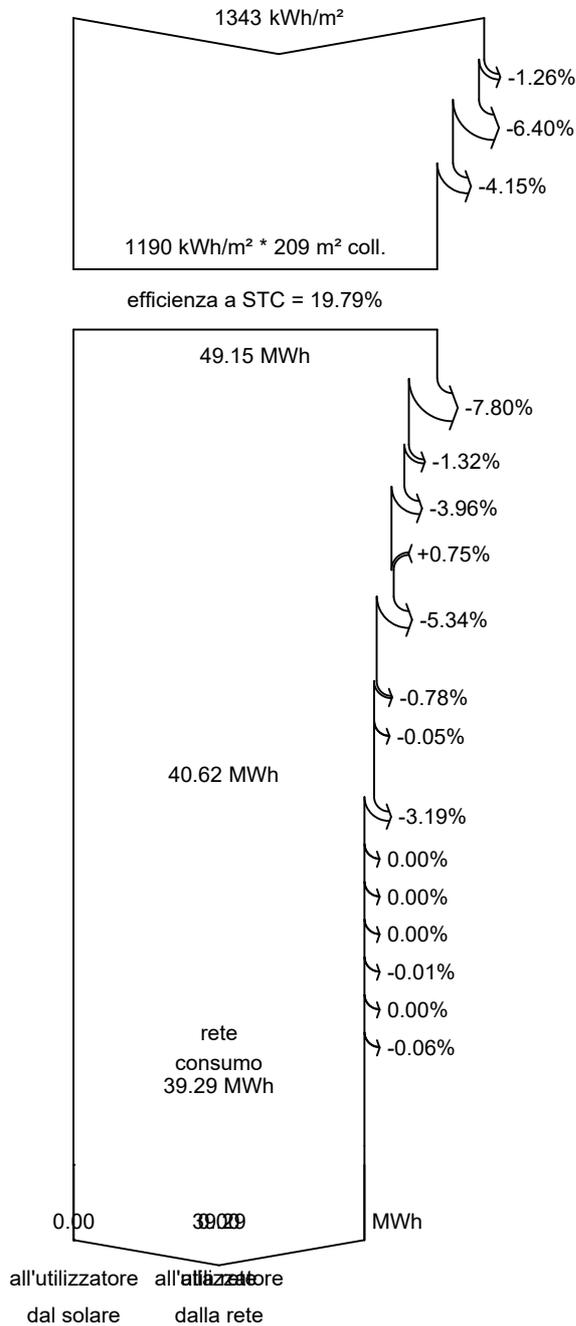
**Legenda**

|         |  |         |                                   |
|---------|--|---------|-----------------------------------|
| 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.              | EFrGrid | Energia dalla rete                |
| GlobEff | Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre | EFrGrid | Energia dalla rete                |



PVsyst V7.4.5  
VC1, Simulato su  
04/03/24 15:01  
con v7.4.5

Diagramma perdite



Irraggiamento orizzontale globale

Globale incidente piano coll.

Ombre lontane / Orizzonte

Fattore IAM su globale

Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita per degrado moduli ( Per anno #20)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

Perdita disadattamento moduli e stringhe  
(che include 3.2% dispersione per degrado)

Perdite ohmiche di cablaggio

Perdite di disadattamento dovute ad orientamento misto

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

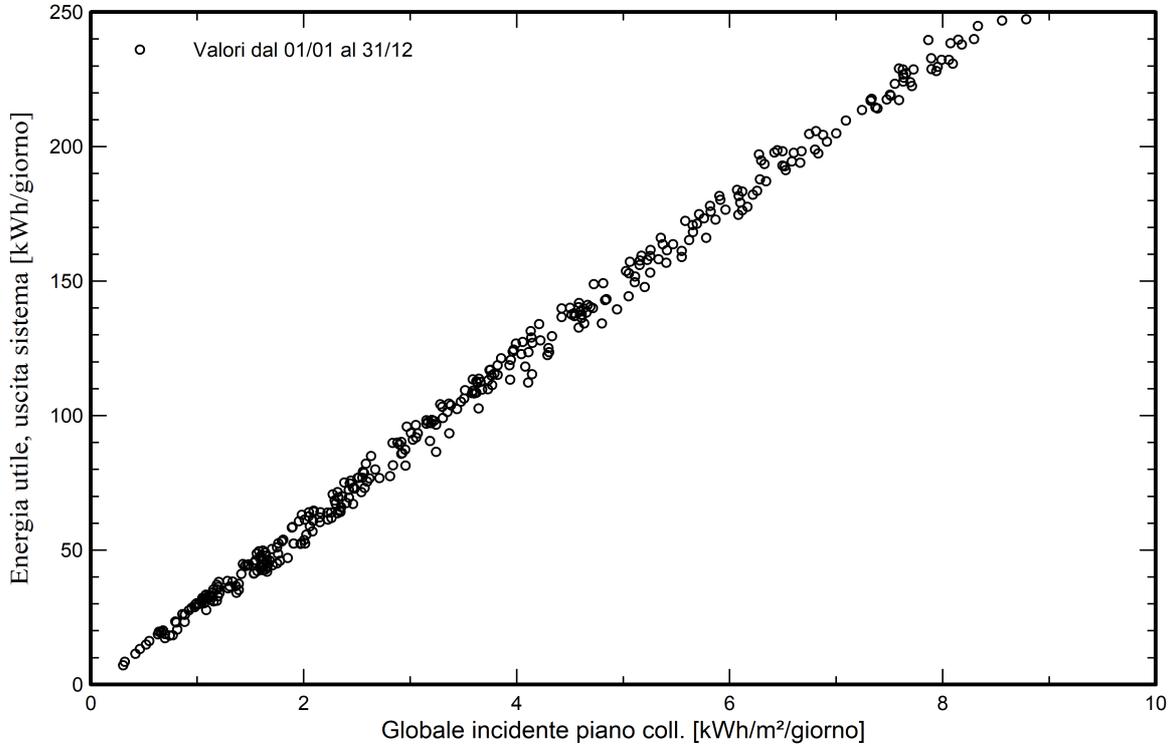
Energia in uscita inverter

Distribuz.: utente e iniezione rete

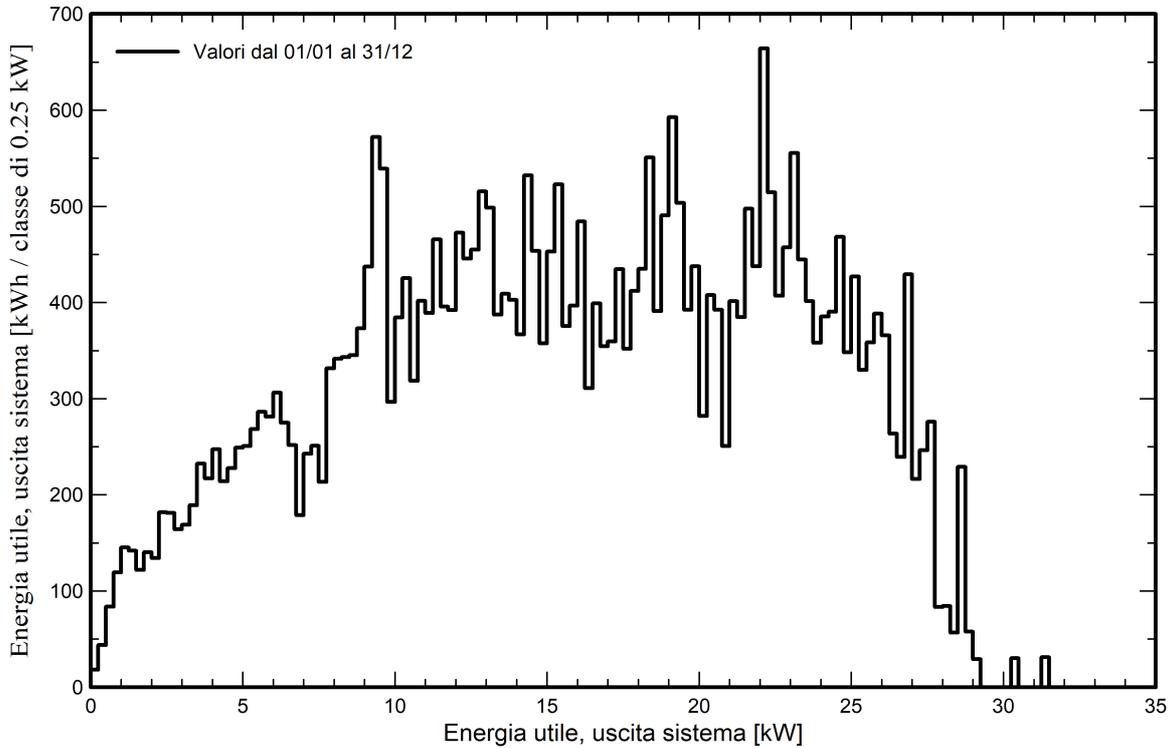


Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Comune Pura, Scuole

Variante: Tetto Scuola

Potenza di sistema: 61.9 kWp

Pura - Svizzera



### **Autore**

Elettronorma SA (Switzerland)

Via Besso 41

Lugano / 6900





**PVsyst V7.4.5**

VC0, Simulato su  
04/03/24 15:07  
con v7.4.5

**Sommario del progetto**

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Luogo geografico</b><br>Pura<br>Svizzera                                 | <b>Ubicazione</b><br>Latitudine 45.99 °N<br>Longitudine 8.87 °E<br>Altitudine 399 m<br>Fuso orario UTC+1 | <b>Parametri progetto</b><br>Albedo 0.20 |
| <b>Dati meteo</b><br>Pura<br>Meteonorm 8.1 (1996-2015), Sat=24% - Sintetico |  |  |

**Sommario del sistema**

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Sistema connesso in rete</b><br>Simulazione per l'anno n° 20                                   |  | <b>Orientamento campo FV</b><br>Piani fissi 2 orientamenti<br>Inclin/azimuts 12 / 8 °<br>12 / -72 ° |
| <b>Ombre vicine</b><br>Senza ombre  | <b>Bisogni dell'utente</b><br>Carico costante fisso<br>1 W<br>Globale<br>8.8 kWh/Anno      |   |
| <b>Informazione sistema</b><br><b>Campo FV</b><br>Nr. di moduli 144 unità<br>Pnom totale 61.9 kWp | <b>Inverter</b><br>Numero di unità 1 unità<br>Pnom totale 50.0 kWac<br>Rapporto Pnom 1.238 |   |

**Sommario dei risultati**

|                                  |                                 |                              |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Energia prodotta 66.65 MWh/anno  | Prod. Specif. 1076 kWh/kWp/anno | Indice rendimento PR 75.56 % |
| Energia utilizzata 0.01 MWh/anno |                                 | Frazione solare SF 47.87 %   |

**Indice dei contenuti**

|   |   |
|---|---|
| Sommario del progetto e dei risultati                           | 2 |
| Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema | 3 |
| Definizione orizzonte   | 4 |
| Risultati principali  | 5 |
| Diagramma perdite   | 6 |
| Grafici predefiniti   | 7 |



## PVsyst V7.4.5

VC0, Simulato su  
04/03/24 15:07  
con v7.4.5

## Parametri principali

|                                 |                             |                           |                  |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Sistema connesso in rete</b> |                             | <b>Orizzonte</b>          |                  |
|                                 |                             | Altezza media             | 10.6 °           |
| <b>Orientamento campo FV</b>    |                             | <b>Modelli utilizzati</b> |                  |
| <b>Orientamento</b>             | <b>Configurazione sheds</b> | Trasposizione             | Perez            |
| Piani fissi                     | Nessuna scena 3D            | Diffuso                   | Perez, Meteororm |
| Inclin/azimuts                  |                             | Circumsolare              | separare         |
|                                 |                             |                           |                  |
|                                 |                             |                           |                  |
| <b>Ombre vicine</b>             | <b>Bisogni dell'utente</b>  |                           |                  |
| Senza ombre                     | Carico costante fisso       |                           |                  |
|                                 | 1 W                         |                           |                  |
|                                 | Globale                     |                           |                  |
|                                 | 8.8 kWh/Anno                |                           |                  |

## Caratteristiche campo FV

|                                 |                             |                                    |                               |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Modulo FV</b>                |                             | <b>Inverter</b>                    |                               |
| Costruttore                     | SunPro Power                | Costruttore                        | SMA                           |
| Modello                         | SunProPower-M6-HIEFF-430    | Modello                            | Sunny Tripower STP50-41-Core1 |
|                                 | (PVsyst database originale) |                                    | (PVsyst database originale)   |
| Potenza nom. unit.              | 430 Wp                      | Potenza nom. unit.                 | 50.0 kWac                     |
| Numero di moduli FV             | 144 unità                   | Numero di inverter                 | 1 unità                       |
| Nominale (STC)                  | 61.9 kWp                    | Potenza totale                     | 50.0 kWac                     |
| Moduli                          | 8 stringa x 18 In serie     | Voltaggio di funzionamento         | 188-800 V                     |
| <b>In cond. di funz. (50°C)</b> |                             | Rapporto Pnom (DC:AC)              | 1.24                          |
| Pmpp                            | 56.7 kWp                    | Power sharing within this inverter |                               |
| U mpp                           | 670 V                       |                                    |                               |
| I mpp                           | 85 A                        |                                    |                               |
| <b>Potenza PV totale</b>        |                             | <b>Potenza totale inverter</b>     |                               |
| Nominale (STC)                  | 62 kWp                      | Potenza totale                     | 50 kWac                       |
| Totale                          | 144 moduli                  | Numero di inverter                 | 1 unità                       |
| Superficie modulo               | 313 m <sup>2</sup>          | Rapporto Pnom                      | 1.24                          |
| Superficie cella                | 286 m <sup>2</sup>          |                                    |                               |

## Perdite campo

|   |                            |  |             |                                  |            |       |       |       |
|---|----------------------------|--|-------------|----------------------------------|------------|-------|-------|-------|
| <b>Fatt. di perdita termica</b>   |                            | <b>Perdite DC nel cablaggio</b>        |             | <b>Perdita di qualità moduli</b> |            |       |       |       |
| Temperatura modulo secondo irraggiamento  |                            | Res. globale campo                     | 131 mΩ      | Fraz. perdite                    | -0.8 %     |       |       |       |
| Uc (cost)   | 20.0 W/m <sup>2</sup> K    | Fraz. perdite                          | 1.5 % a STC |                                  |            |       |       |       |
| Uv (vento)  | 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s |  |             |                                  |            |       |       |       |
| <b>Perdite per mismatch del modulo</b>  |                            | <b>Perdita disadattamento Stringhe</b> |             | <b>Degrado medio dei moduli</b>  |            |       |       |       |
| Fraz. perdite   | 2.0 % a MPP                | Fraz. perdite                          | 0.2 %       | Anno n°                          | 20         |       |       |       |
|   |                            |  |             | Fattore di perdita annuale       | 0.4 %/anno |       |       |       |
|   |                            |  |             | <b>Mismatch dovuto a degrado</b> |            |       |       |       |
|   |                            |  |             | Dispersione Imp RMS              | 0.4 %/anno |       |       |       |
|   |                            |  |             | Dispersione Vmp RMS              | 0.4 %/anno |       |       |       |
| <b>Fattore di perdita IAM</b>   |                            |  |             |                                  |            |       |       |       |
| Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel levigato, n = 1.526 |                            |  |             |                                  |            |       |       |       |
| 0°  | 30°                        | 50°                                    | 60°         | 70°                              | 75°        | 80°   | 85°   | 90°   |
| 1.000   | 0.998                      | 0.981                                  | 0.948       | 0.862                            | 0.776      | 0.636 | 0.403 | 0.000 |



PVsyst V7.4.5  
VCO, Simulato su  
04/03/24 15:07  
con v7.4.5

**Definizione orizzonte**

Horizon from PVGIS website API, Lat=45°59'11', Long=8°52'7', Alt=399m

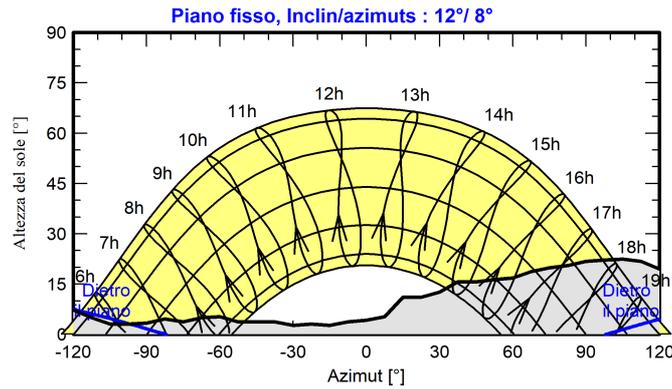
|                    |        |                   |       |
|--------------------|--------|-------------------|-------|
| Altezza media      | 10.6 ° | Fattore su albedo | 0.78  |
| Fattore su diffuso | 0.97   | Frazione albedo   | 100 % |

**Profilo dell'orizzonte**

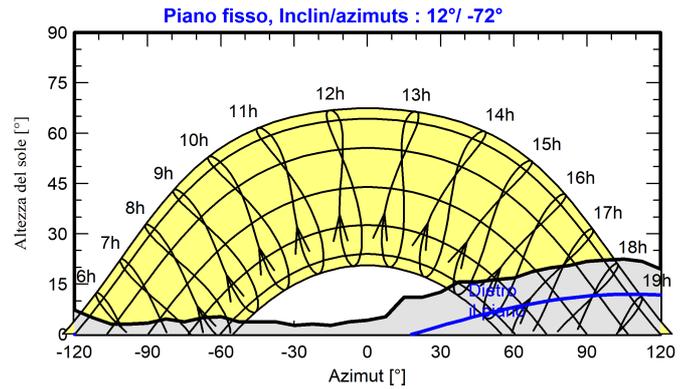
|             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Azimut [°]  | -180 | -173 | -165 | -158 | -150 | -143 | -135 | -128 | -120 | -113 | -105 | -98  |
| Altezza [°] | 7.6  | 7.3  | 8.4  | 11.5 | 13.8 | 13.4 | 11.5 | 9.9  | 7.3  | 5.0  | 3.1  | 3.1  |
| Azimut [°]  | -90  | -83  | -75  | -68  | -60  | -53  | -38  | -30  | -23  | -15  | -8   | 0    |
| Altezza [°] | 3.4  | 4.6  | 3.8  | 5.0  | 5.3  | 3.8  | 3.8  | 2.7  | 3.1  | 2.7  | 3.8  | 4.2  |
| Azimut [°]  | 8    | 15   | 23   | 30   | 38   | 45   | 53   | 60   | 68   | 75   | 83   | 90   |
| Altezza [°] | 5.3  | 11.1 | 11.1 | 12.6 | 15.7 | 15.7 | 16.4 | 16.8 | 18.7 | 19.9 | 20.6 | 21.8 |
| Azimut [°]  | 98   | 105  | 113  | 120  | 128  | 135  | 143  | 150  | 158  | 165  | 173  | 180  |
| Altezza [°] | 22.2 | 22.5 | 21.8 | 19.5 | 18.3 | 16.8 | 13.0 | 10.7 | 9.9  | 9.5  | 8.4  | 7.6  |

**Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)**

**Orientamento #1**



**Orientamento #2**





PVsyst V7.4.5

VCO, Simulato su  
04/03/24 15:07  
con v7.4.5

**Risultati principali**

**Produzione sistema**

|                    |                |                      |                   |
|--------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| Energia prodotta   | 66.65 MWh/anno | Prod. Specif.        | 1076 kWh/kWp/anno |
| Energia utilizzata | 0.01 MWh/anno  | Indice rendimento PR | 75.56 %           |
|                    |                | Frazione solare SF   | 47.87 %           |

**Valutazione Economica**

**Investimento**

|           |              |
|-----------|--------------|
| Globale   | 96700.00 CHF |
| Specifico | 1.56 CHF/Wc  |

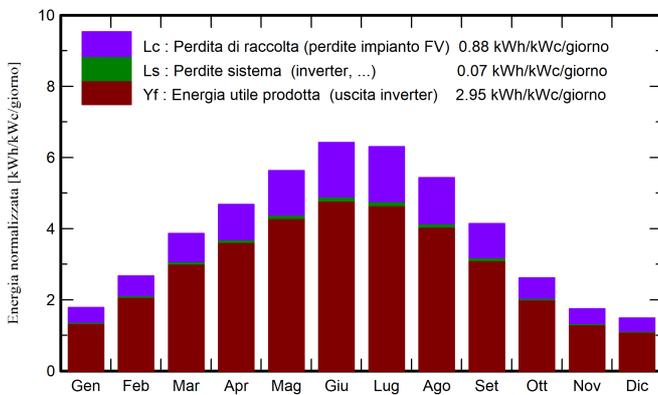
**Costo annuale**

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| Annualità               | 0.00 CHF/a    |
| Costi esercizio         | 1955.14 CHF/a |
| Tempo rit. investimento | 19.9 anni     |

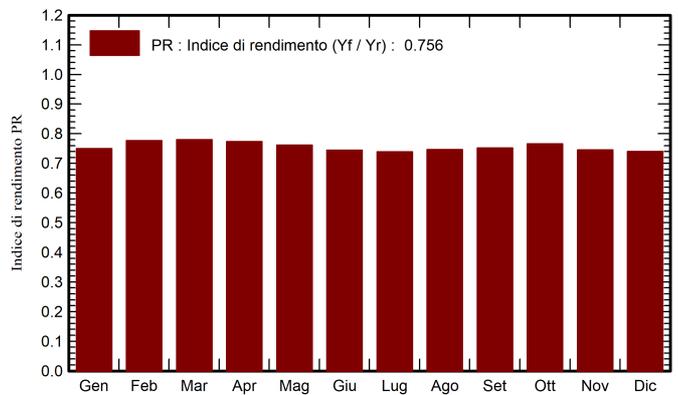
**LCOE**

|               |              |
|---------------|--------------|
| Costo energia | 0.08 CHF/kWh |
|---------------|--------------|

**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>MWh | E_Grid<br>MWh | PR<br>ratio | EFrGrid<br>MWh | EFrGrid<br>MWh |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|----------------|----------------|
| Gennaio   | 45.6                          | 21.24                         | 0.82        | 55.3                          | 48.1                          | 2.637         | 2.567         | 0.750       | 0.000          | 0.000          |
| Febbraio  | 65.1                          | 30.45                         | 2.60        | 74.8                          | 67.7                          | 3.685         | 3.598         | 0.777       | 0.000          | 0.000          |
| Marzo     | 109.4                         | 48.76                         | 7.58        | 119.7                         | 111.4                         | 5.914         | 5.781         | 0.780       | 0.000          | 0.000          |
| Aprile    | 134.2                         | 64.81                         | 11.52       | 140.3                         | 132.2                         | 6.877         | 6.718         | 0.773       | 0.000          | 0.000          |
| Maggio    | 170.9                         | 83.15                         | 15.70       | 174.5                         | 165.3                         | 8.429         | 8.232         | 0.762       | 0.000          | 0.000          |
| Giugno    | 190.4                         | 78.43                         | 19.97       | 192.6                         | 182.9                         | 9.102         | 8.884         | 0.745       | 0.000          | 0.000          |
| Luglio    | 193.0                         | 79.33                         | 21.88       | 195.3                         | 185.1                         | 9.155         | 8.932         | 0.739       | 0.000          | 0.000          |
| Agosto    | 162.6                         | 70.90                         | 20.92       | 168.4                         | 159.4                         | 7.967         | 7.778         | 0.746       | 0.000          | 0.000          |
| Settembre | 116.7                         | 53.33                         | 16.33       | 124.1                         | 115.7                         | 5.920         | 5.782         | 0.752       | 0.000          | 0.000          |
| Ottobre   | 73.4                          | 40.24                         | 11.82       | 81.2                          | 74.9                          | 3.943         | 3.848         | 0.765       | 0.000          | 0.000          |
| Novembre  | 44.6                          | 22.44                         | 6.09        | 52.5                          | 46.3                          | 2.490         | 2.422         | 0.746       | 0.000          | 0.000          |
| Dicembre  | 37.6                          | 19.99                         | 1.57        | 45.9                          | 39.5                          | 2.166         | 2.106         | 0.741       | 0.001          | 0.001          |
| Anno      | 1343.4                        | 613.05                        | 11.45       | 1424.7                        | 1328.3                        | 68.284        | 66.648        | 0.756       | 0.005          | 0.005          |

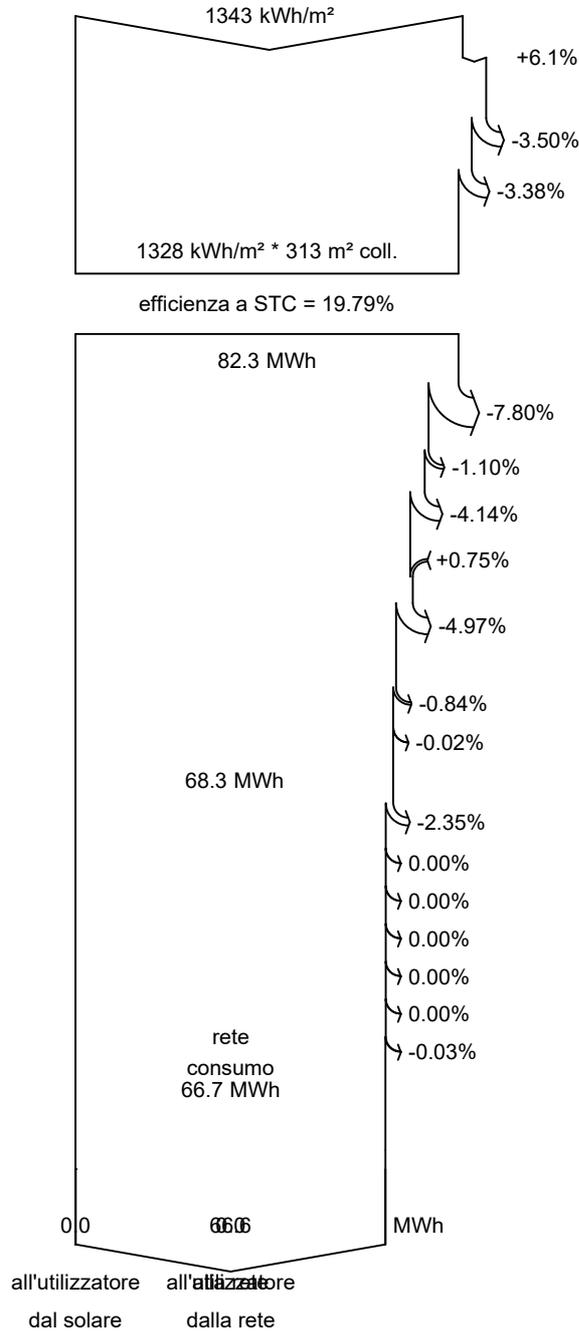
**Legenda**

|         |  |         |                                   |
|---------|--|---------|-----------------------------------|
| 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.              | EFrGrid | Energia dalla rete                |
| GlobEff | Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre | EFrGrid | Energia dalla rete                |



PVsyst V7.4.5  
VCO, Simulato su  
04/03/24 15:07  
con v7.4.5

Diagramma perdite



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Ombre lontane / Orizzonte

Fattore IAM su globale

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

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

Perdita per degrado moduli ( Per anno #20)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

Perdita disadattamento moduli e stringhe  
(che include 2.8% dispersione per degrado)

Perdite ohmiche di cablaggio

Perdite di disadattamento dovute ad orientamento misto

**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

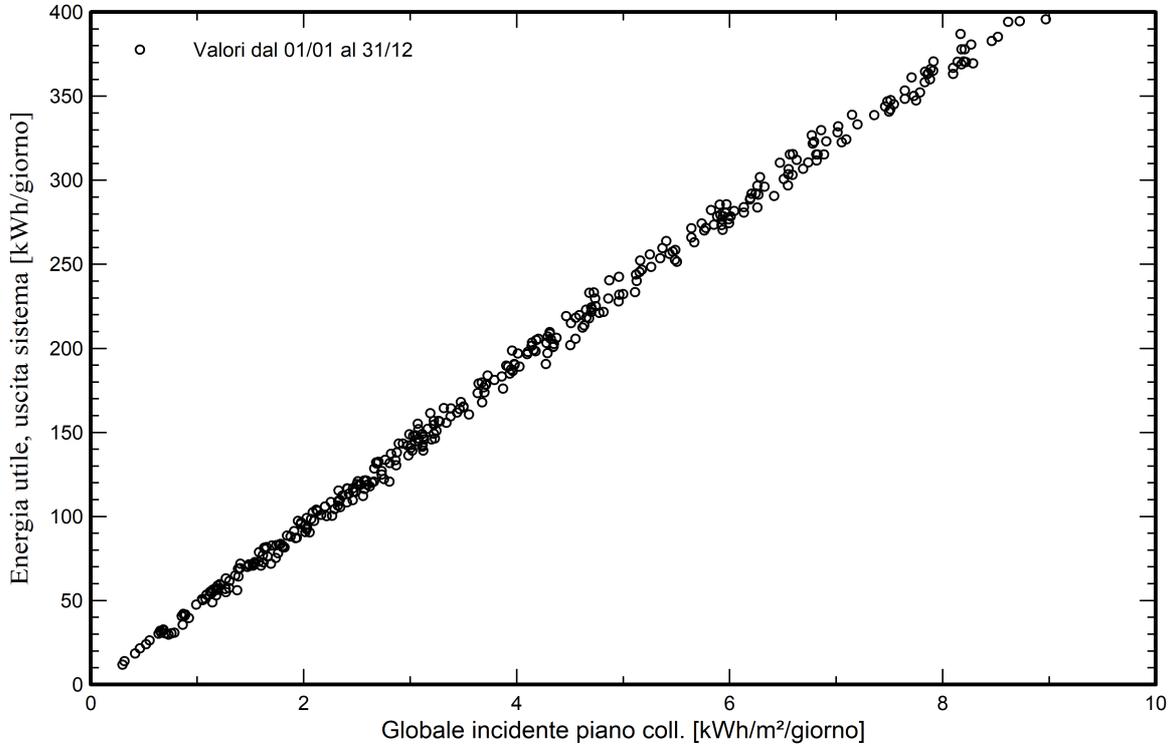
**Energia in uscita inverter**

**Distribuz.: utente e iniezione rete**



Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

