

# PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

**MISSIONE 5** Coesione e inclusione

**COMPONENTE 2** Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore

**INVESTIMENTO 2.3** Programma Innovativo della qualità dell'abitare

## PROGETTO ESECUTIVO

# COMPLETAMENTO OPERE RECUPERO FABBRICATI ERP VIA MORETTO DA BRESCIA CIVV. 1-3-5-7-9-11-13-15-19-21-23

Nome file

37-APPR-37\_E\_Calcoli esecutivi

Data

28-04-2023

Rev. 00

CUP

H97H21000340001

LLPP

EDP 2021/139

Elaborato

**CALCOLI ESECUTIVI**

Progettisti



**SINPRO srl**

*Progettisti:*

**Ing. Patrizio Glisoni**

Ordine degli Ingegneri di Venezia n. 2983

EGE\_0065 del 16/05/2016 Certificato con Kiwa Cermat

**Ing. Mauro Bertazzon**

Ordine degli Ingegneri di Padova n. 2416

Rup

Ing. Arch.  
Fabiana Gavasso

Capo Settore

Ing. Matteo Banfi



## **PROCEDURE DI CALCOLO**

### **Criteri generali di progetto**

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### **Criteri di stima dell'energia prodotta**

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

## **Criterio di verifica elettrica**

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e dei valori massimi di lavoro degli stessi ( $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sotto impianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sotto impianto MPPT nel suo insieme).

## **DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

L'impianto previsto è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: monofase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **3,2 kW** e una produzione di energia annua pari a **3.675,99 kWh** (equivalente a **1.148,75 kWh/kW**), derivante da 8 moduli che occupano una superficie di 15,93 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

### **Scheda tecnica dell'impianto**

<b>Dati generali</b>	
Committente	<b>Comune di Padova</b>
Indirizzo	<b>via Moretto da Brescia</b>
CAP Comune (Provincia)	<b>35134 PADOVA</b>
Latitudine	<b>45°.4092 N</b>
Longitudine	<b>11°,8731 E</b>
Altitudine	<b>12 m</b>
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	<b>4.974,10 MJ/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente di ombreggiamento	<b>1.00</b>

<b>Dati tecnici</b>	
Superficie totale moduli	<b>15.93 m<sup>2</sup></b>
Numero totale moduli	<b>8</b>
Numero totale inverter	<b>1</b>
Energia totale annua	<b>3 675.99 kWh</b>
Potenza totale	<b>3.200 kW</b>
Energia per kW	<b>1 148.75 kWh/kW</b>
Sistema di accumulo	<b>Lato produzione monodirezionale in c.c.</b>
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	<b>74.97 %</b>
Superficie totale moduli	<b>15.93 m<sup>2</sup></b>

### **Energia prodotta**

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **3.675,99 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

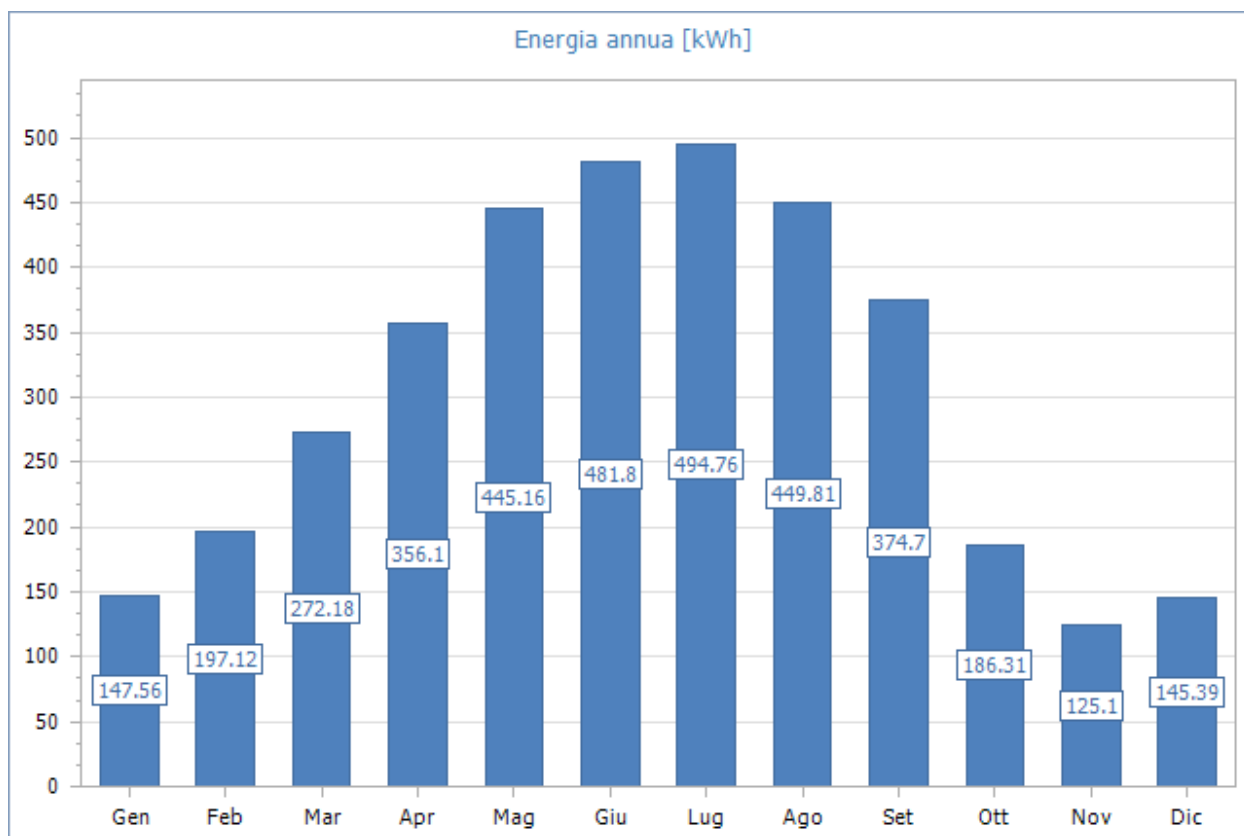


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

## Generatore

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>monofase</b>
Potenza totale	<b>3.200 kW</b>
Energia totale annua	<b>3 675.99 kWh</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>Peimar S.r.l. - NOCTIS X1 LINE - IBRIDO MONOFASE - PSI-X1P3000-HY</b>
Tipo fase	<b>Monofase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>93.75 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>3 000 W</b>
Numero inverter	<b>1</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>5.80 kWh</b>

Configurazione inverter						
	N° inverter	Stringhe	Pot. moduli	Pot. inverter	Rapporto pot.	
CONF.1	1	Ingresso MPPT 1: 1 x 4 (Campo fotovoltaico 1) Ingresso MPPT 2: 1 x 4 (Campo fotovoltaico 1)	3.2 kW	3.0 kW	93.8 %	✓

## Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.00 V	V <sub>oc</sub> = 45.60 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2800 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 70.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 550.00 V	V <sub>max</sub> = 600.00 V	I <sub>max</sub> = 16.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 169.88 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 152.00 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 129.02 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 200.28 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 182.40 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 159.42 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 10.53 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 11.16 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (129.02 V) maggiore di V <sub>MPPT min.</sub> (70.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (169.88 V) minore di V <sub>MPPT max.</sub> (550.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (200.28 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (600.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.80 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (11.16 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (16.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.00 V	V <sub>oc</sub> = 45.60 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2800 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 70.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 550.00 V	V <sub>max</sub> = 600.00 V	I <sub>max</sub> = 16.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 169.88 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 152.00 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 129.02 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 200.28 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 182.40 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 159.42 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 10.53 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 11.16 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (129.02 V) maggiore di V <sub>Mppt</sub> min. (70.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (169.88 V) minore di V <sub>Mppt</sub> max. (550.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (200.28 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (600.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (200.28 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (11.16 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (16.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>24.0</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>14.0</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 532.89 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>3.200 kW</b>
Energia totale annua	<b>3 675.99 kWh</b>

Modulo	



Marca – Modello	<b>LG Electronics, Inc. - LG NeON® 2 72cells 395-405 - LG395N2W-A5</b>
Numero totale moduli	<b>50</b>
Superficie totale moduli	<b>103.65 m<sup>2</sup></b>

## **SCHEMA ELETTRICO**

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore  
 La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				<b>Risultati</b>		
<b>Descrizione</b>	<b>Designazione</b>	<b>Sezione (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Lung. (m)</b>	<b>Corrente (A)</b>	<b>Portata (A)</b>	<b>Caduta di tensione (%)</b>
Rete - Quadro generale	FG7R 0.6/1 kV	6	2.00	13.04	44.00	0.08
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG7R 0.6/1 kV	6	1.00	13.04	44.00	0.07
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG7R 0.6/1 kV	6	1.00	13.04	44.00	0.07
Inverter 1 - MPPT 1						
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 5)	H1Z2Z2-K	6.0	1.00	10.53	54.00	0.06
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	1.00	10.53	54.00	0.06
Inverter 1 - MPPT 2						
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 6 - 5)	H1Z2Z2-K	6.0	1.00	10.53	54.00	0.06
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	1.00	10.53	54.00	0.06

### Quadri

Il collegamento dell'impianto fotovoltaico con l'impianto elettrico esistente avviene tramite un interruttore magnetotermico installato all'interno di un nuovo quadro di distribuzione derivato dal quadro servizi comuni esterni esistente nel locale contatori.

Gli schemi di collegamento fanno parte della documentazione grafica e sono allegati al progetto.

## SCHEDE TECNICHE

### Modulo M.43342

---

#### DATI GENERALI

Marca	<b>Peimar S.r.l.</b>
Serie	<b>SF400M (BF)</b>
Modello	<b>SF400M</b>
Tipo materiale	<b>Si monocristallino</b>
Prezzo	<b>€ 0.00</b>

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	<b>400.0 W</b>
Im	<b>10.53 A</b>
Isc	<b>11.16 A</b>
Efficienza	<b>20.09 %</b>
Vm	<b>38.00 V</b>
Voc	<b>45.60 V</b>

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	<b>-0.2800 %/°C</b>
Coeff. Termico Isc	<b>0.042 %/°C</b>
NOCT	<b>45±2 °C</b>
Vmax	<b>1 500.00 V</b>

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	<b>1 900 mm</b>
Larghezza	<b>1 048 mm</b>
Superficie	<b>1.991 m<sup>2</sup></b>
Spessore	<b>40 mm</b>
Peso	<b>22.00 kg</b>
Numero celle	<b>66</b>

**Inverter I.D.0001**
**DATI GENERALI**

Marca	<b>Peimar S.r.l.</b>
Serie	<b>NOCTIS X1 LINE - IBRIDO MONOFASE</b>
Modello	<b>PSI-X1P3000-HY</b>
Tipo fase	<b>Monofase</b>
Prezzo	<b>€ 0.00</b>

**INGRESSI MPPT**

<b>N</b>	<b>VMppt min [V]</b>	<b>VMppt max [V]</b>	<b>V max [V]</b>	<b>I max [A]</b>
1	70.00	550.00	600.00	16.00
2	70.00	550.00	600.00	16.00

**Max pot. FV [W]** 3 300

**PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA**

Potenza nominale	<b>3 000 W</b>
Tensione nominale	<b>220,230,240 V</b>
Rendimento max	<b>97.60 %</b>
Distorsione corrente	<b>&lt;2% %</b>
Frequenza	<b>50,60 Hz</b>
Rendimento europeo	<b>97.00 %</b>

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Dimensioni LxPxH	<b>417 x 181 x 482</b>
Peso	<b>22.00 kg</b>

**DATI ACCUMULO**

Tipo batteria	<b>Batteria al litio (LiFePO4)</b>
Capacità utile	<b>5,80 kWh</b>
Durata [Anni]	
Altri dati	

**Qualità e provenienza dei materiali**

Tutti i materiali le macchine e le apparecchiature forniti e posti in opera devono essere della migliore qualità, lavorati a perfetta regola d'arte e corrispondenti al servizio cui sono destinati.

Essi dovranno avere caratteristiche conformi alle norme CEI ed alle tabelle di unificazione UNEL, e dove possibile essere ammessi al regime del marchio italiano di qualità (IMQ).

I materiali ferrosi devono soddisfare le prescrizioni del D.P. 15/7/1925.

Materiali dei quali sono stati richiesti campioni, non potranno essere posti in opera se non dopo l'accettazione da parte della D.L.

**Documentazione finale**

Al termine dei lavori la Ditta dovrà fornire al Committente la dichiarazione di conformità completa degli allegati obbligatori degli effettivi impianti realizzati come previsto dal DM 37/2008.