



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
Via Cagliari n. 170 - Oristano

**EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA SEDE CENTRALE
CONSORTILE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO E RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI
CLIMATIZZAZIONE**

C.A.T. P0322

C.U.P.: G11B20000050005

C.I.G.:

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Progettista
Ing. Gabriele Gorni

Collaboratore alla progettazione
Ing. Fabrizio Musiu

Responsabile del Procedimento
Dott. Agr. Serafino Angelo Meloni

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristane
Il Presidente
Dott. Carlo Corrias

Titolo

Allegato

Relazione calcolo impianto fotovoltaico

B

Rev.

Data

Nome file

Redattore

Verificatore

01

13/05/2024

1545P0322rcif_rev1GG

Ing. Gorni G.

Ing. Castagna F.

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 68,4 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	CONSORZIO DI BONIFICA DELL' ORISTANESE
Indirizzo:	Via Cagliari, 170 - 09170Oristano
Codice fiscale:	90022600952
Telefono:	0783/3150
E-mail:	protocollo.cbo@pec.it

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto a servizio della sede del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese presenta le seguenti caratteristiche:

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Oristano 09170 Via Cagliari, 170
Latitudine:	039°54'00"
Longitudine:	008°35'00"
Altitudine:	9 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 % Tetti o terrazzi in bitume, Superfici scure di edifici

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

L'impianto in progetto è stato dimensionato utilizzando i cosiddetti "ottimizzatori", ossia dei dispositivi elettronici installati a livello di singoli pannelli solari. Questi piccoli e leggeri dispositivi vengono posizionati sul retro dei pannelli fotovoltaici per ottimizzare, massimizzandola, la produzione di energia da ciascun modulo

Per questo motivo il dimensionamento dell'impianto è stato eseguito utilizzando il software on line, messo a disposizione dal produttore delle apparecchiature "tipo" prescelte. Nel seguito della presente relazione si farà pertanto riferimento ai dati ottenuti utilizzando tale software, che sono riportati alla fine della presente.

PANORAMICA DEL SISTEMA

L'impianto fotovoltaico da n° 114 moduli fotovoltaici suddivisi su quattro stringhe, collegati a 58 ottimizzatori e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione: su edificio.



Figura 1 - Simulazione impianto lato Sud

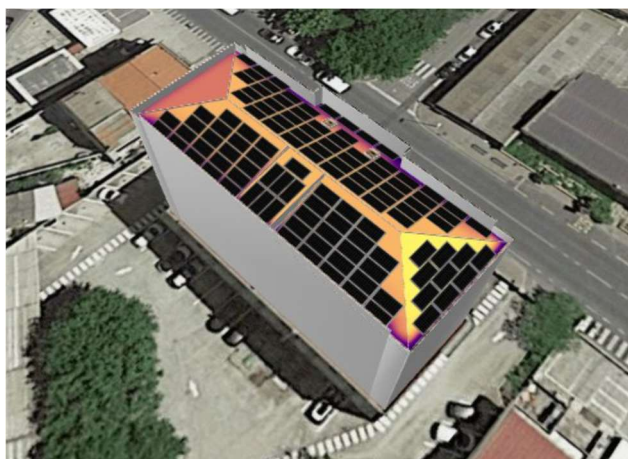


Figura 2- Simulazione impianto lato Sud Ovest

Figura 3 - Simulazione impianto lato Sud Est

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

I risultati della simulazione eseguita sul software portano ad avere una potenza installata in corrente continua pari a 68,40 kW, a fronte di una potenza massima ottenuta in corrente alternata pari a 60 kW. La produzione annua di energia elettrica è pari 82,96 MWh, a cui corrispondono 21,24 tonnellate di emissione di CO₂ evitate.

A fronte della produzione di energia elettrica stimata si ha un autoconsumo di 54,92 MWh annui, pari al 66% della produzione totale. Di conseguenza l'energia immessa in rete è pari a 28,04 MWh annui, pari al 34% dell'energia prodotta.

ENERGIA MENSILE STIMATA

Il software utilizzato permette di fare un raffronto tra l'energia mensile stimata di produzione solare, il consumo e l'autoconsumo dell'impianto.

Nel grafico sottostante, estrapolato del resoconto del software di calcolo allegata alla presente, sono rappresentati i tre parametri sopra elencati.

Per quanto attiene il consumo occorre precisare che lo stesso è il consumo delle Sede di Oristano relativo all'anno 2023, estrapolato dalle bollette di energia elettrica di tale anno.



Figura 4 - Grafico delle energie mensili

I valori numerici delle singole energie sopra citate è riportato nel report allegato alla fine della presente relazione.

MODULI FV

Come già detto l'impianto è composto da un numero totale di moduli pari a 114, installati sulle tre falde Sud Est, Sue e Sud Ovest.

I moduli verranno montati su dei supporti in alluminio aderenti al piano di copertura. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

I suddetti moduli saranno così suddivisi:

55 moduli sulla falda Sud Est, con azimut di 91° e inclinazione 17°

10 moduli sulla falda Sud, con azimut di 181° e inclinazione 17°

42 moduli sulla falda Sud Ovest, con azimut di 271° e inclinazione 17°

7 moduli sulla falda Sud Ovest, con azimut di 271° e inclinazione 11°

I moduli utilizzati sono moduli del tipo silicio monocristallino, di potenza pari a 600 Wp, con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo

La stringatura dei moduli e gli altri particolari costruttivi sono riportati nella tavola 8 "Layout impianto fotovoltaico" e nella tavola 9 "Particolari costruttivi fotovoltaico".

DIAGRAMMA DELLE PERDITE

Il diagramma delle perdite, ottenuto dal programma di simulazione on line utilizzato e riportato al termine della presente relazione, evidenzia come ci siano delle forti perdite di irradianza per ombreggiamento, pari al -10,92% dell'irradianza globale orizzontale.

Tali perdite sono causate dal fatto che le facciate dell'edificio si elevano oltre la linea di gronda del tetto e sono coronate da un cornicione, che nasconde la vista del tetto a padiglione a chi osserva dalla strada, ma che introducono delle zone fortemente ombreggiate. Siccome i pannelli in ombra risultano fortemente penalizzati nella produzione di energia elettrica, inibendo il corretto funzionamento delle stringhe in cui sono inserite, il ricorso agli ottimizzatori è fondamentale per ottenere il miglior sfruttamento possibile della superficie del tetto ai fini della produzione di energia elettrica.

PARAMETRI DI SIMULAZIONE

Il software utilizzato ha eseguito la simulazione utilizzando il fuso orario di Roma, i dati della

stazione meteo di Oristano (posta ad una distanza di 1,29 km dal sito di installazione), ottenuti tramite il software Meteonorm 7.1. Quest'ultimo è un software che genera anni tipici accurati e rappresentativi per qualsiasi luogo sulla Terra; il cui database include oltre 8.000 stazioni meteorologiche, cinque satelliti geostazionari e una climatologia globale calibrata per gli aerosol.

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo H1Z2Z2-K se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	90 m
Lunghezza di dimensionamento:	90 m
Circuiti in prossimità:	3
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari distanziati da pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K (PV1800V cc)
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x(1x10)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	10 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	10 mm ²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	830 V

Corrente d'impiego:	20,715 A
Corrente di c.c. moduli	20,715 A

QUADRI ELETTRICI

q **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un inverter dotato di protezioni di sovratensione e sprovvisto di sezionatori sotto carico lato corrente continua; pertanto è stata prevista la realizzazione di una sezione in corrente continua, all'interno del quadro generale.

q **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata posto a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- § CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- § CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- § CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- § CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) -

Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;

§ CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;

§ CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;

§ CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;

§ CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;

§ CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

§ CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;

§ CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;

§ CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;

§ EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

§ CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

§ CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

§ UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

§

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

§ CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

§ EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;

§ CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

§ CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

§ CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

§ CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

§ CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);

§ CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;

§ CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);

§ CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);

§ CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)

§ CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);

§ CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;

§ CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

§ CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;

- § CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- § CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- § CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- § CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- § CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- § CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- § CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

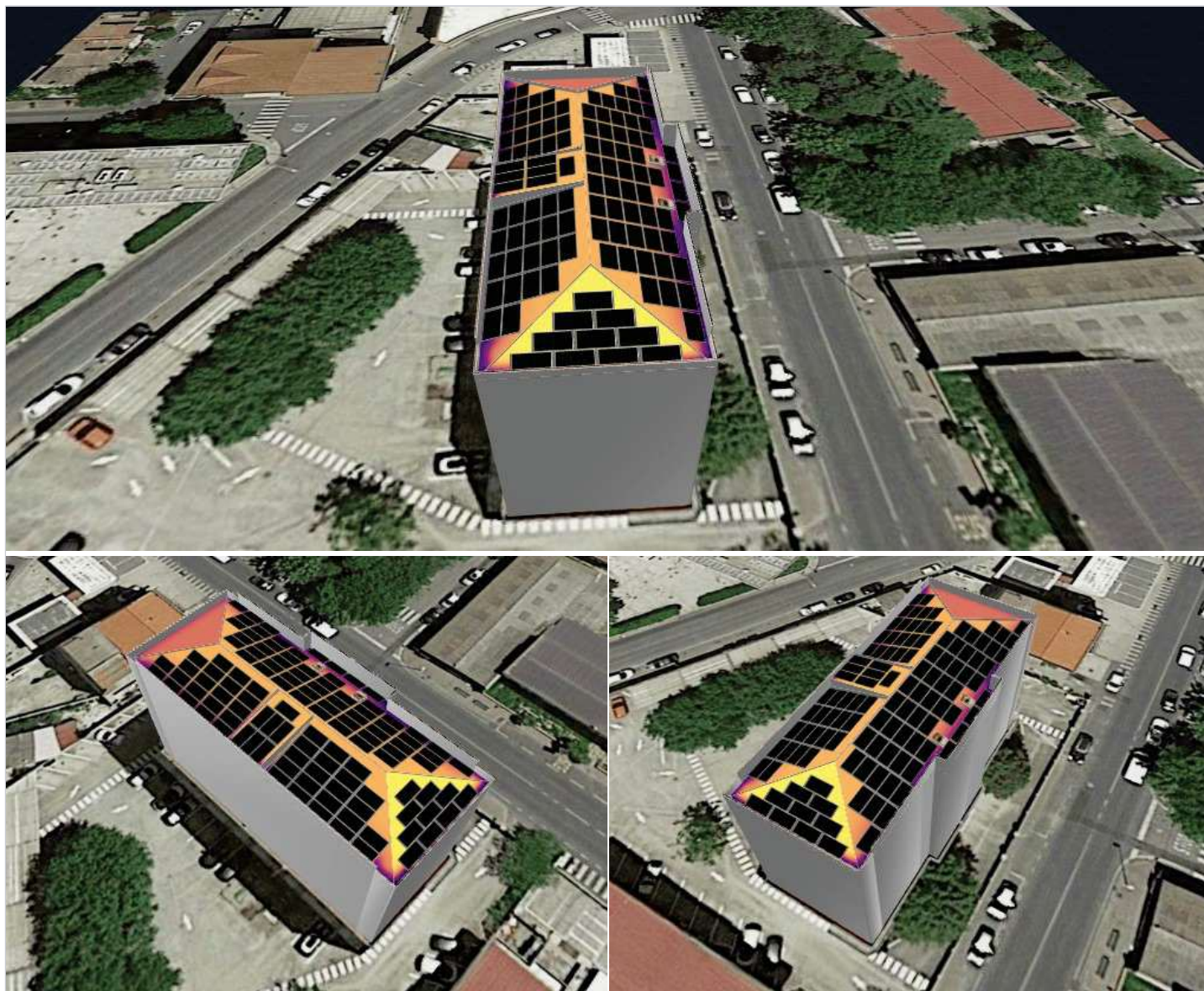
La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

Data

Il progettista

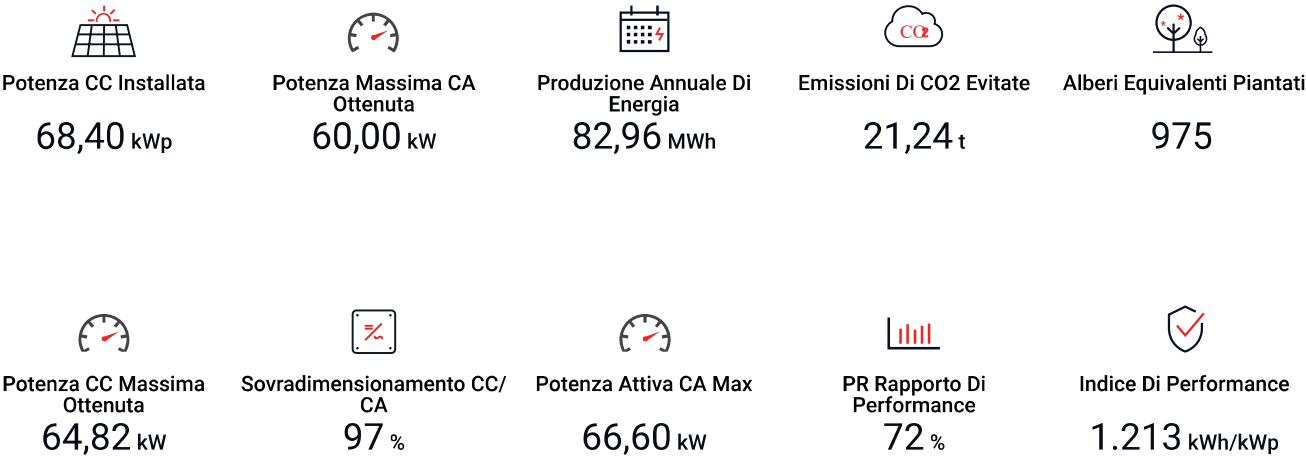
FOTOVOLTAICO CBO (1)

Via Cagliari 170, Oristano, 09170, Italy | 3 giu 2024

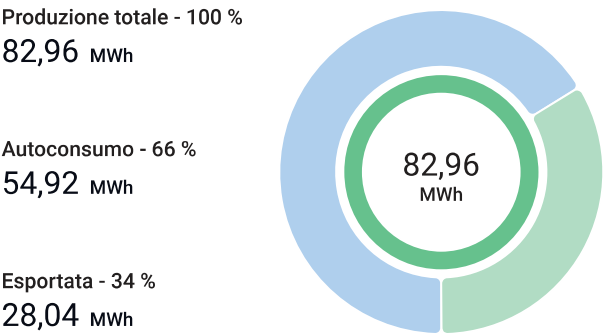
**PANORAMICA DEL SISTEMA** **114** Moduli FV **1** Inverter **58** Ottimizzatori

FOTOVOLTAICO CBO (1)
Via Cagliariari 170, Oristano, 09170, Italy | 3 giu 2024

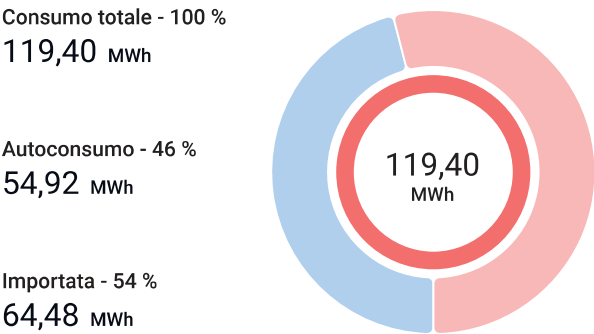
RISULTATI DELLA SIMULAZIONE



PRODUZIONE DEL SISTEMA



CONSUMO



FOTOVOLTAICO CBO (1)
Via Cagliari 170, Oristano, 09170, Italy | 3 giu 2024

ENERGIA MENSILE STIMATA



Energia totale tagliata: 0%

	Mese Produzione Solare (kWh)	Consumo (kWh)	Auto-consumo (kWh)	Energia troncata (kWh)
Gen	3.245	11.887	3.170	-
Feb	3.900	10.734	3.689	-
Mar	6.439	9.257	4.341	-
Apr	8.332	6.931	4.061	-
Mag	10.113	5.515	3.559	-
Giu	11.064	8.895	5.618	-
Lug	11.423	14.816	8.536	-
Ago	9.453	12.366	6.707	-
Set	7.448	10.697	5.389	-
Ott	5.321	9.848	4.142	-
Nov	3.422	9.450	3.204	-
Dic	2.801	9.007	2.506	-

FOTOVOLTAICO CBO (1)

Via Cagliari 170, Oristano, 09170, Italy | 3 giu 2024

MODULI FV

# Modulo	Modello	Potenza di picco	Tipo di supporto	Orientamento	AzimutInclinazione
21	Longi Solar, LR5-72HTH-600M Scientists	12,6 kWp			271° 17°
55	Longi Solar, LR5-72HTH-600M Scientists	33 kWp			91° 17°
6	Longi Solar, LR5-72HTH-600M Scientists	3,6 kWp			271° 11°
1	Longi Solar, LR5-72HTH-600M Scientists	0,6 kWp			271° 11°
21	Longi Solar, LR5-72HTH-600M Scientists	12,6 kWp			271° 17°
10	Longi Solar, LR5-72HTH-600M Scientists	6 kWp			181° 17°
Totale: 114		68,4 kWp			

RISPARMI STIMATI IN BOLLETTA ANNO 1

Media mensile			
Bolletta mensile attuale	Bolletta mensile con SolarEdge	Risparmio mensile netto in bolletta	Scostamento in bolletta
€ 2.887,11	€ 1.345,84	€ 1.541,28	53,38 %
Risparmi in bolletta netti a vita stimati			
€ 410.603			

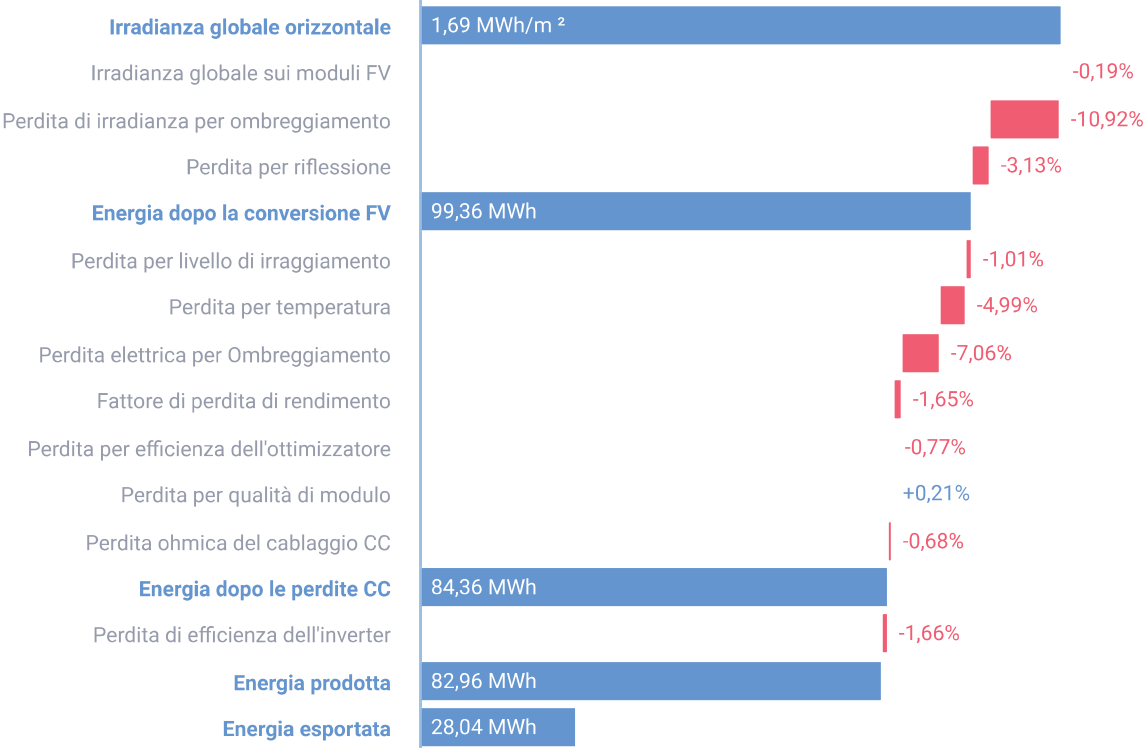
Gestore della rete: Enel | Tariffa elettrica: Italy F1 + F2 + F3 (1) (31/12/2020 - 28/12/2045)

DISTINTA MATERIALI (BOM)

Componenti	Codice Prodotto	Quantità
 SE66.6K Synergy Manager		1

FOTOVOLTAICO CBO (1)
Via Cagliari 170, Oristano, 09170, Italy | 3 giu 2024

DIAGRAMMA DELLE PERDITE DEL SISTEMA



PARAMETRI DI SIMULAZIONE

 LUOGO & RETE

Fuso orario	CEST (Rome)
Stazione meteo	Oristano (1,29 km distanza)
Altitudine stazione	12 m
Stazione sorgente dati	Meteonorm 7.1
Rete	400V L-L, 230V L-N

 FATTORI DI PERDITA

Ombre vicine	Abilitato
Albedo	0,20
Albedo bifacciale	0,30
Sporcizia/Neve	0%
Effetto Angolo di Incidenza (IAM), ASHRAE b0 Param.	0,05
Fattore di Perdita termica Uc (cost.) montaggio complanare	20
Fattore di Perdita termica Uc (cost.) montaggio inclinato	29
Fattore di perdita per LID	0%
Indisponibilità del sistema	0%