



COMUNE DI CAPACCIO PAESTUM

Provincia di Salerno
Area EQ Lavori Pubblici

Lavori di RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL BENE CONFISCATO UBICATO IN LOCALITA' RETTIFILO

Commissario Prefettizio
Davide LO CASTRO

PROGETTO ESECUTIVO

Progetto approvato con:
[] Delibera di Consiglio Comunale
[] Delibera di Giunta Comunale
[] Determinazione Dirigenziale

n. _____ del ____/____/____

Rup: Arch. Gerardina DI FILIPPO

Progettista: Arch. Gerardina DI FILIPPO

Elaborato

TAV. EI.04

Oggetto dell'elaborato

**RELAZIONE DI CALCOLO
IMPIANTO PV**

Scala

-

Relazione Tecnica e Calcolo Impianto Fotovoltaico

INDICE

1	GENERALITÀ	2
2	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	3
3	DATI DI PROGETTO	3
4	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	4
	Moduli Fotovoltaici	4
	Strutture di Sostegno	5
	Stringhe	5
	Convertitore CC/AC	5
	Dispositivo Di Generatore (DDG)	6
	Sistema di Misura dell'Energia Prodotta	7
	Dispositivo Di Interfaccia (DDI) e Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).....	7
	Paralelo con la Rete.....	7
	Sistema di Misura dell'Energia Scambiata	8
5	VERIFICHE DI PROGETTO	8
	Protezione Contro le Sovracorrenti	8
	Protezione dai Contatti Diretti	8
	Protezione dai Contatti Indiretti	9
6	STIMA DELL'ENERGIA FOTOVOLTAICA PRODOTTA.....	9
7	ALLEGATI	10

GENERALITÀ

La presente relazione si riferisce all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare mediante versione fotovoltaica da realizzarsi presso il fabbricato confiscato da adibire ad uffici.

L'impianto in oggetto avrà potenza complessiva di 12,00 kW e sarà esercito in regime di scambio sul posto dell'energia prodotta.

La scelta dell'applicazione della tecnologia fotovoltaica è dettata principalmente dalle seguenti motivazioni:

- produzione di energia elettrica senza nessuna emissione di sostanze inquinanti;
- risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico.

Il presente documento fornisce le descrizioni tecniche sia per quanto riguarda le strutture e i materiali utilizzati per la realizzazione dell'impianto in oggetto sia le connessioni elettriche tra i vari elementi costituenti l'impianto stesso.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati si precisa che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici saranno adatti all'ambiente in cui andranno installati e saranno tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche alle quali saranno esposte durante l'ordinario esercizio;
- tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste avranno caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle Norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore;
- i materiali e gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del Marchio di Qualità saranno muniti del contrassegno **IMQ** o marchio di qualità equivalente.

Si precisa inoltre, che gli impianti saranno realizzati secondo la regola dell'Arte, come previsto dalla Legge n. 186 del 01/03/1968 e ribadito dal Decreto MSE n. 37 del 22/01/2008.

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Le opere e installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

Si riportano di seguito le Norme e le Leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico:

- Decreto MSE n. 37 del 22/01/2008 in materia di sicurezza elettrica;
- Conformità marchio CE per i componenti costituenti l'impianto;
- Norme UNI / ISO per la parte meccanico e strutturale;
- Norme CEI / IEC per la parte elettrica convenzionale;
- norme CEI / IEC per i moduli fotovoltaici;
- D.P.R. 547/55 e D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 "Testo unico per la sicurezza" in materia di sicurezza e prevenzione infortuni sul luogo di lavoro;

Nell'**Allegato I** si riporta un elenco sintetico, a titolo di promemoria e non esaustivo, della normativa applicabile.

DATI DI PROGETTO

Dati di progetto relativi all'utilizzazione del fabbricato sede dell'impianto:

- Destinazione d'uso: uffici
- Normativa specifica relativa alla struttura in oggetto: nessuna
- Rete di collegamento: fornitura BT esistente di alimentazione elettrica
- Sistema di distribuzione BT: TT secondo le norme CEI 64-8
- Misura dell'energia prelevata dalla rete: contatore Enel, ubicato all'interno del fabbricato, di proprietà della committenza
- Punto di consegna: in prossimità dell'ingresso principale del fabbricato
- Potenza massima immessa in rete: 12,00 kW

Dati di progetto relativi all'impianto di produzione (Generatore Fotovoltaico)

- Potenza Nominale Totale Impianto: 12,00 kW;
- Fattore di potenza nominale: 1;
- Regime di esercizio: **Scambio sul Posto dell'energia prodotta**
- Tipo di installazione: moduli su copertura piana con idoneo sistema di ancoraggio.
- Orientamento del generatore fotovoltaico:
 - Azimut 0° Sud
 - Tilt 30° rispetto all'orizzontale

Dati di progetto relativi alle influenze esterne

- Temperatura:
 - Min/Max esterna: -10 °C / +40 °C
 - Min/Max interna: +5 °C / +35 °C
 - Min/Max di funzionamento dei moduli: 0 °C / +70 °C

DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Si installeranno n. 30 moduli fotovoltaici da 400Wp. La potenza del generatore fotovoltaico, intesa come somma delle potenze nominali di ciascun modulo e misurata in condizioni standard (STC: Standard Test Condition), risulterà pari a **12,00 kWp**.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà composto dai seguenti elementi:

- Moduli fotovoltaici
- Strutture di sostegno
- Stringhe
- Convertitori CC/AC (Inverter)
- Dispositivo di generatore (DDG)
- Sistema di misura dell'energia prodotta
- Dispositivo di Interfaccia (DDI) e Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI)
- Parallelo con la rete
- Sistema di misura dell'energia scambiata

MODULI FOTOVOLTAICI

L'impianto è previsto da realizzarsi con moduli fotovoltaici caratterizzati da una struttura di celle di silicio monocristallino collegate in serie tra loro e da una potenza di picco complessiva pari a 400 Wp.

I moduli saranno dotati delle certificazioni previste dopo il superamento dei test imposti dalle direttive internazionali IEC 61215 ed IEC 61730-2; i moduli inoltre saranno dotati di certificazione secondo la UNI 9177 e saranno rispondenti alla Classe di Reazione al Fuoco

1.

DATI MODULO FOTOVOLTAICO	
Potenza nominale	400 Wp
Celle	Silicio monocristallino alta efficienza

Tensione circuito aperto V_{OC}	40,60 V
Corrente di corto circuito I_{SC}	9,86 A
Tensione V_{MP}	49,30 V
Corrente I_{MP}	10,47 A
Grado di efficienza:	21,10%
Dimensioni:	2024 mm x 10244 mm x 40 mm

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli fotovoltaici saranno installati sul tetto piano del fabbricato mediante zavorre in calcestruzzo prefabbricate con inclinazione di 30°. Tale struttura sarà appoggiata sul solaio di copertura piana.

STRINGHE

Al fine di ottenere un generatore fotovoltaico con potenza di picco pari a 12,00 kW i moduli saranno opportunamente cablati in modo da ottenere n. 2 stringhe con 15 moduli ciascuna. Le stringhe verranno poi connesse all'ingresso di n. 1 inverter ibrido mediante l'interposizione di quadri di campo dotati di sezionatori fusibili e scaricatori sul lato DC. All'uscita dell'inverter sul lato AC si installerà un quadro di sezionamento con scaricatori.

DESCRIZIONE	INVERTER
Numero di stringhe	2
Numero di moduli per stringa	15 - 15
Tensione V_{MP} a 25°C per stringa	497,90V – 497,90V
Corrente I_{MP} a 25°C per stringa	12,05A -12,05A

È opportuno precisare che le caratteristiche elettriche delle stringhe dipendono ovviamente dalla temperatura alla quale i moduli si trovano ad operare. Si verifica infatti che il massimo valore della tensione a vuoto di ciascun modulo si ottiene in corrispondenza della temperatura minima ipotizzabile di funzionamento (-10 °C), mentre, per temperature maggiori si hanno tensioni che progressivamente decrescono; la minima tensione nel punto di massima potenza (MPP) si ha in corrispondenza della massima temperatura di funzionamento ipotizzabile dei moduli (+70 °C).

Per un corretto dimensionamento elettrico dell'impianto occorre tener presente i seguenti limiti termici di funzionamento dei moduli, tenendo conto del sito in oggetto e considerando ovviamente un certo margine di sicurezza:

- Temperatura minima di esercizio del modulo (T_{min}): -10 °C

- Temperatura massima di esercizio del modulo (T_{max}): +70 °C

CONVERTITORE CC/AC

Il convertitore CC/AC (Inverter) costituisce la macchina elettrica di tipo statica in grado di trasformare l'energia elettrica di tipo CC in energia elettrica AC. L'inverter è una macchina di conversione assimilabile ad un generatore di tensione. Il convertitore consta fondamentalmente nelle seguenti parti principali:

- Filtro lato corrente continua
- Ponte a semiconduttori
- Unità di controllo
- Filtro d'uscita

Il sistema di conversione a commutazione forzata, funzionando in parallelo con la rete del Distributore locale e inseguendo il punto di massima potenza (MPP), fornisce l'energia generata dal campo fotovoltaico in forma d'onda sinusoidale a 50 Hz.

Nell'impianto in oggetto è stata prevista, come prima descritto l'installazione di n. 1 inverter di potenza in uscita pari a 12 kW trifase.

L'accoppiamento elettrico fra le stringhe e l'inverter vincola notevolmente la scelta dei componenti dell'impianto. Il tutto è finalizzato al soddisfacimento delle seguenti relazioni:

- Massima tensione a vuoto della stringa < Massima tensione in ingresso all'inverter
- Massima tensione della stringa < Massima tensione della finestra MPPT dell'inverter
- Minima tensione della stringa > Minima tensione della finestra MPPT dell'inverter

La prima delle tre relazioni stabilisce che la tensione massima della stringa non superi mai la tensione massima ammissibile all'ingresso dell'inverter, mentre la seconda e la terza assicurano che la tensione di stringa non esca mai al di fuori dei limiti operativi richiesti dall'inseguitore MPPT dell'inverter.

DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG)

Il Dispositivo di Generatore permettere di sezionare il corrispondente impianto di generazione dalla restante parte di rete in CA. Esso, conformemente a quanto richiesto dalla Norma CEI 0-21, è realizzato a mezzo di un interruttore automatico atto al sezionamento, secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8.

Sarà installato n. 1 DDG, subito a valle del montante di connessione dell'impianto fotovoltaico; in particolare, è prevista l'installazione di un interruttore magnetotermico, tipo 4P, Modulare, In 50A, Icn 10kA.

SISTEMA DI MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA

A valle del convertitore sarà installato il misuratore dell'energia elettrica prodotta, la responsabilità di tale sistema di misura e l'acquisizione via telematica delle misure stesse è di Enel Distribuzione S.p.A.

DISPOSITIVO DI INTERFACCIA (DDI) E SISTEMA DI PROTEZIONE DI INTERFACCIA (SPI)

Per separare l'impianto di produzione dalla rete del Distributore locale viene utilizzato il Dispositivo di Interfaccia (DDI) con relativo Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) esterno all'inverter in quanto la potenza dell'impianto è superiore a 11,08 kW conformemente a quanto richiesto dalla normativa vigente. Il DDI e il SPI hanno la funzione di escludere l'impianto di produzione dalla rete di distribuzione evitando che:

- in caso di mancata alimentazione ordinaria il generatore fotovoltaico possa alimentare la rete di distribuzione stessa
- in caso di guasto sulla rete di distribuzione il generatore fotovoltaico possa continuare ad alimentare il guasto stesso prolungandone il tempo di estinzione dell'anomalia e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza.
- evitare che il generatore possa variare parametri di tensione e frequenza della Rete del Distributore.

PARALLELO CON LA RETE

Nel Quadro di Parallelo, in prossimità del punto di consegna, si effettua la connessione tra la rete proveniente dalla fornitura di Enel (a valle del contatore), e la rete proveniente dall'impianto fotovoltaico, in modo da effettuare un parallelo elettrico tra l'impianto di produzione e la rete del Distributore locale.

SISTEMA DI MISURA DELL'ENERGIA SCAMBIATA

Del sistema di misura dell'energia scambiata con la rete, è responsabile il Distributore locale che provvederà a rendere il precedente sistema di misura idoneo per la lettura di flussi di energia in prelievo e in cessione.

VERIFICHE DI PROGETTO

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

All'inizio di ogni unità di impianto (fotovoltaico e utenze dell'edificio) sarà assicurata la protezione da sovraccarico e cortocircuito mediante opportuni dispositivi di interruzione automatica di massima corrente, in grado di interrompere la massima corrente di corto circuito che può verificarsi nei punti in cui sono installati; la protezione dovrà essere estesa a tutti i poli del circuito; non dovranno mai essere installati dispositivi che possano interrompere il neutro senza aprire contemporaneamente i conduttori di fase.

Le protezioni delle linee principali saranno dimensionate secondo le prescrizioni della norma CEI 64-8; in particolare il valore della corrente nominale di intervento dei dispositivi di protezione verrà scelta in base alle relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq I_z$$

Sarà realizzato, inoltre, il coordinamento tra il valore dell'energia passante dall'interruttore e quello sopportabile dalla conduttura protetta, in modo da non dare luogo a surriscaldamenti pericolosi per quest'ultima in qualsivoglia condizione di guasto, verificando la relazione:

$$I^2 t \geq K^2 S^2$$

Lo stesso coefficiente è stato cautelativamente impiegato anche per le singole derivazioni effettuate con singolo circuito o cavo posato in proprio tubo o comunque separato dagli altri.

PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione da questo tipo di pericolo sarà attuata mediante l'impiego di componenti dotati di isolamento principale e/o supplementare e opportuni involucri di protezione in grado di garantire il grado di protezione minimo IPXXB a tutti i componenti dell'impianto.

All'interno dei quadri installati il grado di protezione sarà conforme alle Norme relative e, comunque, non inferiore a IP 20, mentre, per la parte esterna non sarà inferiore a IP 40 a porta chiusa; per quanto concerne in particolare il punto di attestazione della linea di alimentazione principale, dovrà essere adottata un'adeguata protezione mediante l'impiego di opportuni coprimorsetti isolanti.

Come sistema di protezione addizionale, a monte di tutte le linee, saranno infine installati dispositivi di tipo differenziale, che realizzano pertanto una protezione aggiuntiva mediante interruzione dell'alimentazione nei confronti del tipo di rischio elettrico in oggetto.

PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

La protezione dai contatti indiretti dei circuiti terminali in uscita dai rispettivi quadri di zona sarà attuata mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Per assicurare ciò deve

essere ovviamente garantito il coordinamento tra la resistenza di terra e la corrente nominale di intervento degli interruttori differenziali posti sui quadri di distribuzione, ovvero:

$$R_a \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

dove:

- R_a è la somma delle resistenze del dispersore dell'impianto di terra e dei conduttori di protezione delle masse in ohm
- I_a è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione in ampere

STIMA DELL'ENERGIA FOTOVOLTAICA PRODOTTA

I calcoli utilizzati per la stima della quantità di energia annua producibile dall'impianto fotovoltaico in oggetto sono relativi ai dati radiometrici della provincia di Salerno secondo le norme UNI 10349 – 8477. Considerato l'energia annua producibile per ogni kW di potenza del generatore fotovoltaico installato, l'energia annua producibile dall'impianto è di circa **15.227 kWh/anno**.

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

ACCUMULO

L'impianto fotovoltaico è dotato di accumulo pari a 12,29 KWh, il sistema di accumulo esterno utilizzato permette di immagazzinare l'energia prodotta in eccesso dall'impianto per riutilizzarla nei momenti in cui l'impianto non produce energia.

ALLEGATI

Allegato I - Normativa di Riferimento

ALLEGATO I

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF.

Leggi e decreti

Normativa generale

Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007: Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Legge n. 239 del 23-08-2004: riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008: attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010: modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009: regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007: attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007: testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

Decreto 2-03-2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Legge n. 99 del 23 luglio 2009: disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010): Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83: misure urgenti per la crescita del Paese.

Legge 11 agosto 2014, n. 116: conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015): approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

Sicurezza

D.Lgs. 81/2008: (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Ministero dell'interno

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".

Norme Tecniche

Normativa fotovoltaica

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI 82-25; V2: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

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

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 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

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 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 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

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.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Altra Normativa sugli impianti elettrici

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

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 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

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 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).

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 $I_n = 16$ A per fase).

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati 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): apparati 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): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati 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.

CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

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 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

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

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo e non esaustivo, per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, devono essere comunque applicate.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti.

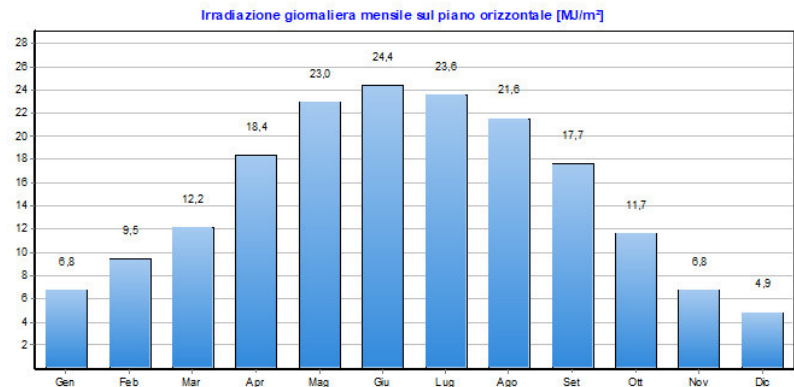
Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

Parametri climatici della località

Altitudine	419 m
Latitudine	40°25'31".44
Longitudine	15°04'54".12
Area geografica	Sud
Gradi giorno	1661 °C
Zona geografica	Italia Centrale e Meridionale
Zona climatica	D

Temperature medie mensili (°C)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	7,9	6,9	9,2	12,6	16,2	20,2	22,6	23,1	19,3	14,9	9,7	8,1

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²] (dati UNI 10349:2016)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Diretta	4,30	5,70	7,50	11,80	15,30	16,00	12,80	12,10	12,30	7,60	3,90	2,50
Diffusa	2,50	3,80	4,70	6,60	7,70	8,40	10,80	9,50	5,40	4,10	2,90	2,40
Totale	6,80	9,50	12,20	18,40	23,00	24,40	23,60	21,60	17,70	11,70	6,80	4,90



Irradiazione annua su piano orizzontale: 5.502,80 MJ/m²

Albedo medio mensile	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Albedo medio annuo: 0,20

Impianto																																				
Tipo di impianto	Trifase in bassa tensione																																			
Numero generatori	1																																			
Numero totale moduli	30																																			
Numero totale inverter	1																																			
Area totale	62,18 m²																																			
Potenza totale	12,00 kW																																			
Rendimento del sistema (BOS)	75,05 %																																			
Sistema di accumulo	<table><tr><td>Tipologia</td><td>Lato produzione DC</td></tr><tr><td>Perdite</td><td>5,0 %</td></tr><tr><td>Capacità utile</td><td>12,29 kWh</td></tr></table>												Tipologia	Lato produzione DC	Perdite	5,0 %	Capacità utile	12,29 kWh																		
Tipologia	Lato produzione DC																																			
Perdite	5,0 %																																			
Capacità utile	12,29 kWh																																			
Energia media mensile prodotta [kWh]	<table><tr><th>Gen</th><th>Feb</th><th>Mar</th><th>Apr</th><th>Mag</th><th>Giu</th><th>Lug</th><th>Ago</th><th>Set</th><th>Ott</th><th>Nov</th><th>Dic</th></tr><tr><td>869,8</td><td>920,7</td><td>1132,8</td><td>1452,9</td><td>1708,9</td><td>1680,3</td><td>1711,4</td><td>1668,6</td><td>1519,2</td><td>1200,6</td><td>763,8</td><td>598,2</td></tr></table> Energia media mensile prodotta [kWh]												Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	869,8	920,7	1132,8	1452,9	1708,9	1680,3	1711,4	1668,6	1519,2	1200,6	763,8	598,2
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic																									
869,8	920,7	1132,8	1452,9	1708,9	1680,3	1711,4	1668,6	1519,2	1200,6	763,8	598,2																									
Energia totale annua prodotta	15.227,29 kWh																																			
Riepilogo analisi dei cavi in c.c.	<table><tr><th>Generatore</th><th>Campo</th><th>Caduta di tensione</th></tr><tr><td>Generatore 1</td><td>Campo FV 1 (A)</td><td>0,60 V (0,21 %)</td></tr><tr><td>Generatore 1</td><td>Campo FV 1 (B)</td><td>0,24 V (0,08 %)</td></tr></table>												Generatore	Campo	Caduta di tensione	Generatore 1	Campo FV 1 (A)	0,60 V (0,21 %)	Generatore 1	Campo FV 1 (B)	0,24 V (0,08 %)															
Generatore	Campo	Caduta di tensione																																		
Generatore 1	Campo FV 1 (A)	0,60 V (0,21 %)																																		
Generatore 1	Campo FV 1 (B)	0,24 V (0,08 %)																																		
Analisi dei cavi in c.a.	Collegamento: Inverter "Generatore 1" - Quadro elettrico c.a. <table><tr><td>Lunghezza</td><td>1,00 m</td></tr><tr><td>Normativa</td><td>CEI UNEL 35024/1</td></tr><tr><td>Tipologia cavo</td><td>Unipolare</td></tr></table>												Lunghezza	1,00 m	Normativa	CEI UNEL 35024/1	Tipologia cavo	Unipolare																		
Lunghezza	1,00 m																																			
Normativa	CEI UNEL 35024/1																																			
Tipologia cavo	Unipolare																																			

Tipo di isolante	PVC
Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
Num. cavi in strato	1
Conduttori attivi	RSTN
Temperatura ambiente	30 °C
Fase	1 x 1,5 mm ² (valida)
Neutro	1 x 1,5 mm ² (valida)
Tensione di impiego	400,00 V
Corrente di impiego	11,60 A
Caduta di tensione	0,25 V (0,06 %) (valida)
Potenza dissipata	5,01 W

Collegamento: **Quadro elettrico c.a. - Quadro generale**

Lunghezza	1,00 m
Normativa	CEI UNEL 35024/1
Tipologia cavo	Unipolare
Tipo di isolante	PVC
Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
Num. cavi in strato	1
Conduttori attivi	RSTN
Temperatura ambiente	30 °C
Fase	1 x 1,5 mm ² (valida)
Neutro	1 x 1,5 mm ² (valida)
Tensione di impiego	400,00 V
Corrente di impiego	11,60 A
Caduta di tensione	0,25 V (0,06 %) (valida)
Potenza dissipata	5,01 W

Generatore "Generatore 1"

Dati generali

Classificazione	Non complanare
Numero totale moduli	30
Potenza totale	12,00 kW
Energia totale	15.227,29 kWh
Area totale	62,18 m ²
Campi associati	Campo "Campo FV 1"

Inverters utilizzati

Descrizione	ABLEREX ES10000
Modello	ES10000
Marca	ABLEREX
Num. totale inverters	1
Num. ingressi MPPT	2

Sistema di accumulo ESS

Tipologia	Esterno monodirezionale
Accumulo associato	ESS 1
Num. batterie per stringa	128
Num. stringhe	2
Num. totale batterie	256
Capacità utile	12,29 kWh

Verifiche elettriche

Verifica rapporto di potenza nominale (NPR)	Verificato
Il rapporto della potenza nominale N.P.R. (100,00 %) deve essere compreso tra il 95 % ed il 115 %	Si

Classificazione	Non complanare																										
Tipo di struttura	Fissa																										
Angolo di azimut dei moduli	0 °																										
Angolo di tilt dei moduli	30 °																										
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	6.086,65 MJ/m²																										
Moduli fotovoltaici utilizzati	<table> <tr><td>Descrizione</td><td>LG NeON² LG400N2W-A5 (400W)</td></tr> <tr><td>Modello</td><td>NeON² LG400N2W-A5</td></tr> <tr><td>Marca</td><td>LG</td></tr> <tr><td>Num. totale moduli</td><td>30</td></tr> <tr><td>Distanza tra file parallele</td><td>2,06 m</td></tr> <tr><td>Area totali moduli</td><td>62,18 m²</td></tr> <tr><td>Potenza totale</td><td>12,00 kW</td></tr> <tr><td>Energia annua prodotta</td><td>15.227,29 kWh</td></tr> </table>	Descrizione	LG NeON² LG400N2W-A5 (400W)	Modello	NeON² LG400N2W-A5	Marca	LG	Num. totale moduli	30	Distanza tra file parallele	2,06 m	Area totali moduli	62,18 m²	Potenza totale	12,00 kW	Energia annua prodotta	15.227,29 kWh										
Descrizione	LG NeON² LG400N2W-A5 (400W)																										
Modello	NeON² LG400N2W-A5																										
Marca	LG																										
Num. totale moduli	30																										
Distanza tra file parallele	2,06 m																										
Area totali moduli	62,18 m²																										
Potenza totale	12,00 kW																										
Energia annua prodotta	15.227,29 kWh																										
Sottocampo A	<table> <tr><td>Composizione</td><td>2 x 7</td></tr> <tr><td>Num. moduli</td><td>14</td></tr> <tr><td>Inseguitore MPPT</td><td>1</td></tr> <tr><td>Potenza</td><td>5,60 kW</td></tr> <tr><td>Energia annua prodotta</td><td>7.106,07 kWh</td></tr> </table>	Composizione	2 x 7	Num. moduli	14	Inseguitore MPPT	1	Potenza	5,60 kW	Energia annua prodotta	7.106,07 kWh																
Composizione	2 x 7																										
Num. moduli	14																										
Inseguitore MPPT	1																										
Potenza	5,60 kW																										
Energia annua prodotta	7.106,07 kWh																										
Verifiche elettriche sottocampo A	<table> <tr> <td>Verifica del range di tensioni di ingresso</td><td>Verificato</td></tr> <tr> <td>La massima tensione V_{mpp} (310,06 V) del campo FV valutata a -10,0 °C deve essere inferiore della massima tensione V_{sup} di funzionamento dall'inverter (470,00 V)</td><td>Si</td></tr> <tr> <td>La minima tensione V_{mpp} (250,95 V) del campo FV valutata a 70,0 °C non deve essere inferiore della minima tensione V_{inf} di funzionamento dall'inverter (250,00 V)</td><td>Si</td></tr> <tr> <td>Verifica della tensione massima</td><td></td></tr> <tr> <td>La massima tensione a vuoto V_{oc} (376,50 V) del campo FV valuta a -10,0 °C non deve superare la massima tensione di ingresso V_{max} tollerata dall'inverter (520,00 V)</td><td>Si</td></tr> <tr> <td>Verifica della massima tensione di modulo</td><td></td></tr> <tr> <td>La massima tensione a vuoto V_{oc} (376,50 V) del campo FV valuta a -10,0 °C non deve essere superare la massima tensione di ingresso V_{max} tollerata dei moduli (1000,00 V)</td><td>Si</td></tr> <tr> <td>Verifica della massima corrente</td><td></td></tr> <tr> <td>La massima corrente I_{sc} (20,94 A) del campo FV non deve superare la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter (50,00 A)</td><td>Si</td></tr> </table>	Verifica del range di tensioni di ingresso	Verificato	La massima tensione V _{mpp} (310,06 V) del campo FV valutata a -10,0 °C deve essere inferiore della massima tensione V _{sup} di funzionamento dall'inverter (470,00 V)	Si	La minima tensione V _{mpp} (250,95 V) del campo FV valutata a 70,0 °C non deve essere inferiore della minima tensione V _{inf} di funzionamento dall'inverter (250,00 V)	Si	Verifica della tensione massima		La massima tensione a vuoto V _{oc} (376,50 V) del campo FV valuta a -10,0 °C non deve superare la massima tensione di ingresso V _{max} tollerata dall'inverter (520,00 V)	Si	Verifica della massima tensione di modulo		La massima tensione a vuoto V _{oc} (376,50 V) del campo FV valuta a -10,0 °C non deve essere superare la massima tensione di ingresso V _{max} tollerata dei moduli (1000,00 V)	Si	Verifica della massima corrente		La massima corrente I _{sc} (20,94 A) del campo FV non deve superare la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter (50,00 A)	Si								
Verifica del range di tensioni di ingresso	Verificato																										
La massima tensione V _{mpp} (310,06 V) del campo FV valutata a -10,0 °C deve essere inferiore della massima tensione V _{sup} di funzionamento dall'inverter (470,00 V)	Si																										
La minima tensione V _{mpp} (250,95 V) del campo FV valutata a 70,0 °C non deve essere inferiore della minima tensione V _{inf} di funzionamento dall'inverter (250,00 V)	Si																										
Verifica della tensione massima																											
La massima tensione a vuoto V _{oc} (376,50 V) del campo FV valuta a -10,0 °C non deve superare la massima tensione di ingresso V _{max} tollerata dall'inverter (520,00 V)	Si																										
Verifica della massima tensione di modulo																											
La massima tensione a vuoto V _{oc} (376,50 V) del campo FV valuta a -10,0 °C non deve essere superare la massima tensione di ingresso V _{max} tollerata dei moduli (1000,00 V)	Si																										
Verifica della massima corrente																											
La massima corrente I _{sc} (20,94 A) del campo FV non deve superare la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter (50,00 A)	Si																										
Analisi dei cavi in c.c.	Collegamento: Stringa campo "Campo FV 1 (A)" - Quadro di campo <table> <tr><td>Lunghezza</td><td>1,00 m</td></tr> <tr><td>Normativa</td><td>CEI UNEL 35024/1</td></tr> <tr><td>Tipologia cavo</td><td>Unipolare</td></tr> <tr><td>Tipo di isolante</td><td>PVC</td></tr> <tr><td>Posa</td><td>Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati</td></tr> <tr><td>Num. cavi in strato</td><td>1</td></tr> <tr><td>Conduttori attivi</td><td>FN</td></tr> <tr><td>Temperatura ambiente</td><td>30 °C</td></tr> <tr><td>Positivo</td><td>1 x 1,5 mm² (valida)</td></tr> <tr><td>Negativo</td><td>1 x 1,5 mm² (valida)</td></tr> <tr><td>Tensione di impiego</td><td>284,20 V</td></tr> <tr><td>Corrente di impiego</td><td>9,86 A</td></tr> <tr><td>Caduta di tensione</td><td>0,24 V (0,09 %) (valida)</td></tr> </table>	Lunghezza	1,00 m	Normativa	CEI UNEL 35024/1	Tipologia cavo	Unipolare	Tipo di isolante	PVC	Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati	Num. cavi in strato	1	Conduttori attivi	FN	Temperatura ambiente	30 °C	Positivo	1 x 1,5 mm² (valida)	Negativo	1 x 1,5 mm² (valida)	Tensione di impiego	284,20 V	Corrente di impiego	9,86 A	Caduta di tensione	0,24 V (0,09 %) (valida)
Lunghezza	1,00 m																										
Normativa	CEI UNEL 35024/1																										
Tipologia cavo	Unipolare																										
Tipo di isolante	PVC																										
Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati																										
Num. cavi in strato	1																										
Conduttori attivi	FN																										
Temperatura ambiente	30 °C																										
Positivo	1 x 1,5 mm² (valida)																										
Negativo	1 x 1,5 mm² (valida)																										
Tensione di impiego	284,20 V																										
Corrente di impiego	9,86 A																										
Caduta di tensione	0,24 V (0,09 %) (valida)																										

Potenza dissipata	2,41 W
-------------------	--------

Collegamento: **Quadro di campo "Campo FV 1 (A)" - Quadro di giunzione**

Lunghezza	1,00 m
Normativa	CEI UNEL 35024/1
Tipologia cavo	Unipolare
Tipo di isolante	PVC
Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
Num. cavi in strato	1
Conduttori attivi	FN
Temperatura ambiente	30 °C
Positivo	1 x 4,0 mm ² (valida)
Negativo	1 x 4,0 mm ² (valida)
Tensione di impiego	284,20 V
Corrente di impiego	19,72 A
Caduta di tensione	0,18 V (0,06 %) (valida)
Potenza dissipata	3,63 W

Collegamento: **Quadro di giunzione "Campo FV 1 (A)" - Inverter**

Lunghezza	1,00 m
Normativa	CEI UNEL 35024/1
Tipologia cavo	Unipolare
Tipo di isolante	PVC
Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
Num. cavi in strato	1
Conduttori attivi	FN
Temperatura ambiente	30 °C
Positivo	1 x 4,0 mm ² (valida)
Negativo	1 x 4,0 mm ² (valida)
Tensione di impiego	284,20 V
Corrente di impiego	19,72 A
Caduta di tensione	0,18 V (0,06 %) (valida)
Potenza dissipata	3,63 W

Dispositivi di protezione in c.c.

Diodo di stringa	Installato Costo: 0,00 €
Fusibile di stringa	Installato Costo: 0,00 €
Dispositivo di stringa	Interruttore automatico Costo: 0,00 €
SPD di stringa	Installato Costo: 0,00 €
Dispositivo di campo	Interruttore di manovra-sezionatore Costo: 0,00 €
SPD di campo	Installato Costo: 0,00 €

Sottocampo B

Composizione	2 x 8
Num. moduli	16
Inseguitore MPPT	2
Potenza	6,40 kW
Energia annua prodotta	8.121,22 kWh

Verifiche elettriche sottocampo B

Verifica del range di tensioni di ingresso	Verificato
La massima tensione V _{mpp} (354,36 V) del campo FV valutata a -10,0 °C deve essere inferiore della massima tensione V _{sup} di funzionamento dall'inverter (470,00 V)	Si
La minima tensione V _{mpp} (286,80 V) del campo FV valutata a 70,0 °C non deve essere inferiore della minima tensione V _{inf} di funzionamento dall'inverter (250,00 V)	Si
Verifica della tensione massima	
La massima tensione a vuoto V _{oc} (430,29 V) del campo FV valutata a -10,0 °C non deve superare la massima tensione di ingresso V _{max} tollerata dall'inverter (520,00 V)	Si
Verifica della massima tensione di modulo	
La massima tensione a vuoto V _{oc} (430,29 V) del campo FV valutata a -10,0 °C non deve essere superare la massima tensione di ingresso V _{max} tollerata dei moduli (1000,00 V)	Si

Verifica della massima corrente

La massima corrente I_{sc} (20,94 A) del campo FV non deve superare la massima corrente di ingresso tollerata dall'inverter (50,00 A)

Si

Analisi dei cavi in c.c.

Collegamento: **Stringa campo "Campo FV 1 (B)" - Quadro di campo**

Lunghezza	1,00 m
Normativa	CEI UNEL 35024/1
Tipologia cavo	Unipolare
Tipo di isolante	PVC
Posa	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
Num. cavi in strato	1
Conduttori attivi	FN
Temperatura ambiente	30 °C
Positivo	1 x 1,5 mm ² (valida)
Negativo	1 x 1,5 mm ² (valida)
Tensione di impiego	324,80 V
Corrente di impiego	9,86 A
Caduta di tensione	0,24 V (0,08 %) (valida)
Potenza dissipata	2,41 W

Dati generatore PV 1

Descrizione	Generatore 1
Campo PV 1	LG RaCSI? LG4400W-A (5,4kW) Marca: LG Modello: RaCSI? LG4400W-A Potenza: 4400 W Numero: 30 Combinazione: 2 x 7 (MPPT 1), 2 x 6 (MPPT 2) Potenza Tot.: 13200 (W)
Inverter	AUBREY CS1000 Marca: AUBREY Modello: CS1000 Potenza: 1000 W Numero: 1
Protezione	ESS Modello: CS1000 Marca: AUBREY Modello: CS1000 Potenza: 1000 W Numero: 1

Legenda simboli usati

	ESS
	Modulo PV
	Cavo
	Fusibile
	SPD
	Gruppo misura trifase simbolico
	Gruppo misura monofase simbolico
	Interruttore automatico
	Interruttore di manovra-manipolatore
	Interruttore magnetotermico differenziale

