



COMUNE DI SARDARA

Provincia del Sud Sardegna

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA
CASA COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

B

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Progettista incaricato:
Ing. Luca MARONGIU

Ottobre 2019

Responsabile del Procedimento
dott. ing. Pierpaolo CORRIAS

Comune di SARDARA (VS)

OGGETTO:

"LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA CASA COMUNALE". DD 14/05/2019 e DD 10/07/2019 in attuazione dell'art.30 del Decreto Legge 30 Aprile 2019, n.34 "Misure urgenti di crescita economica e per la risoluzione di specifiche situazioni di crisi".

Relazione tecnica specialistica

Impianto: Impianto Fotovoltaico con Accumulo Municipio

Committente: COMUNE DI SARDARA

Località: PIAZZA GRAMSCI 1 - SARDARA (SU)

SARDARA, 05/10/2019

Il Tecnico

(ING. LUCA MARONGIU)

PREMESSA

Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Impianto Fotovoltaico con Accumulo Municipio", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 10 883.35 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	2.04
TEP risparmiate in 20 anni	37.40

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	5 158.71	4.06	4.65	0.15
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	94 811.42	74.61	85.41	2.80

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;

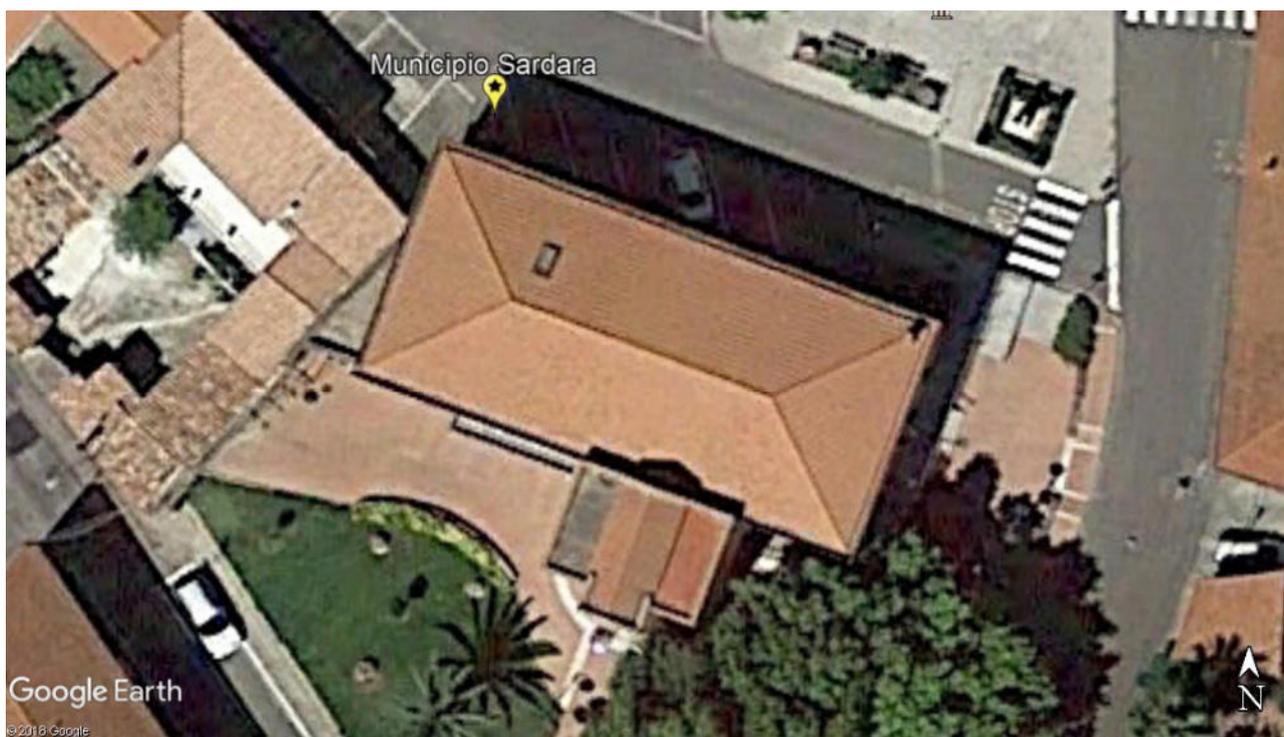
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico con accumulo connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico



L'edificio è ubicato a Sardara (SU) nella Piazza Gramsci e si compone di 3 piani fuori terra.

Tutte le superfici in copertura capaci di accogliere moduli fotovoltaici per la produzione di energia da fonte rinnovabile sono a falda inclinata.

Data la particolarità del sito, si è scelto di installare l'impianto sulla falda con la migliore esposizione solare e minore ombreggiamento (Sud-Ovest), utilizzando un sistema di accumulo di energia basato su batterie elettrochimiche agli ioni di litio per massimizzare l'autoconsumo e sfruttare i diversi flussi energetici nell'intera giornata.

L'inverter fotovoltaico, i quadri elettrici di protezione e sezionamento in corrente alternata e in corrente continua e il sistema di accumulo sono installati in un locale tecnico ubicato al piano terra, dotato di accesso dall'interno del fabbricato, nel quale è posizionato il misuratore dell'energia elettrica dell'edificio.

Fornitura di energia nel punto di consegna: BT 3P+N 380V, potenza impegnata 25kW, potenza disponibile 27,5kW, Icu 10 kA (CEI 0-21 P<33kW);

Completa l'intervento di efficientamento la realizzazione di una stazione di ricarica di auto elettriche a servizio del complesso di edifici comunali, installata in prossimità degli stalli di parcheggio nella piazza, nel retro dell'immobile.

Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "Enea - Località di riferimento: SAN GAVINO MONREALE (VS)" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di SARDARA (VS) avente latitudine 39°.6164 N, longitudine 8°.8214 E e altitudine di 155 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2.11	2.86	4.22	5.19	6.17	6.69	6.72	5.92	4.61	3.42	2.33	1.89

Fonte dati: Enea - Località di riferimento: SAN GAVINO MONREALE (VS)

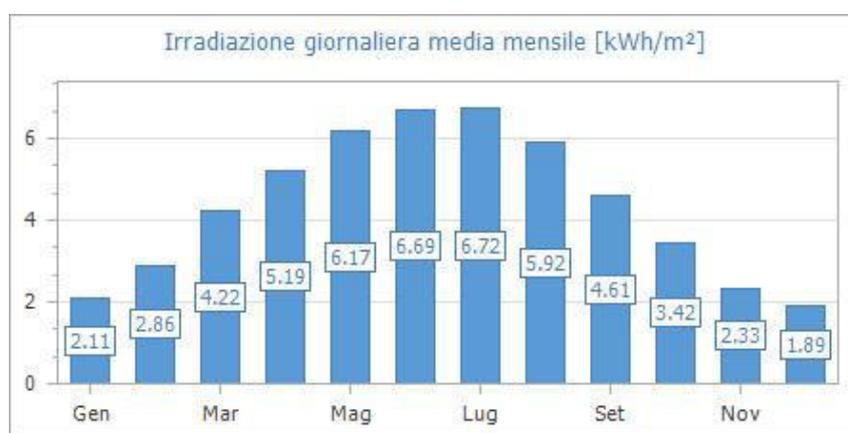


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: Enea - Località di riferimento: SAN GAVINO MONREALE (VS)

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 588.63 kWh/m²** (Fonte dati: Enea - Località di riferimento: SAN GAVINO MONREALE (VS)).

Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

L'edificio presenta un corpo di fabbrica, destinato ad accogliere l'archivio, con altezza superiore rispetto alla falda interessata.

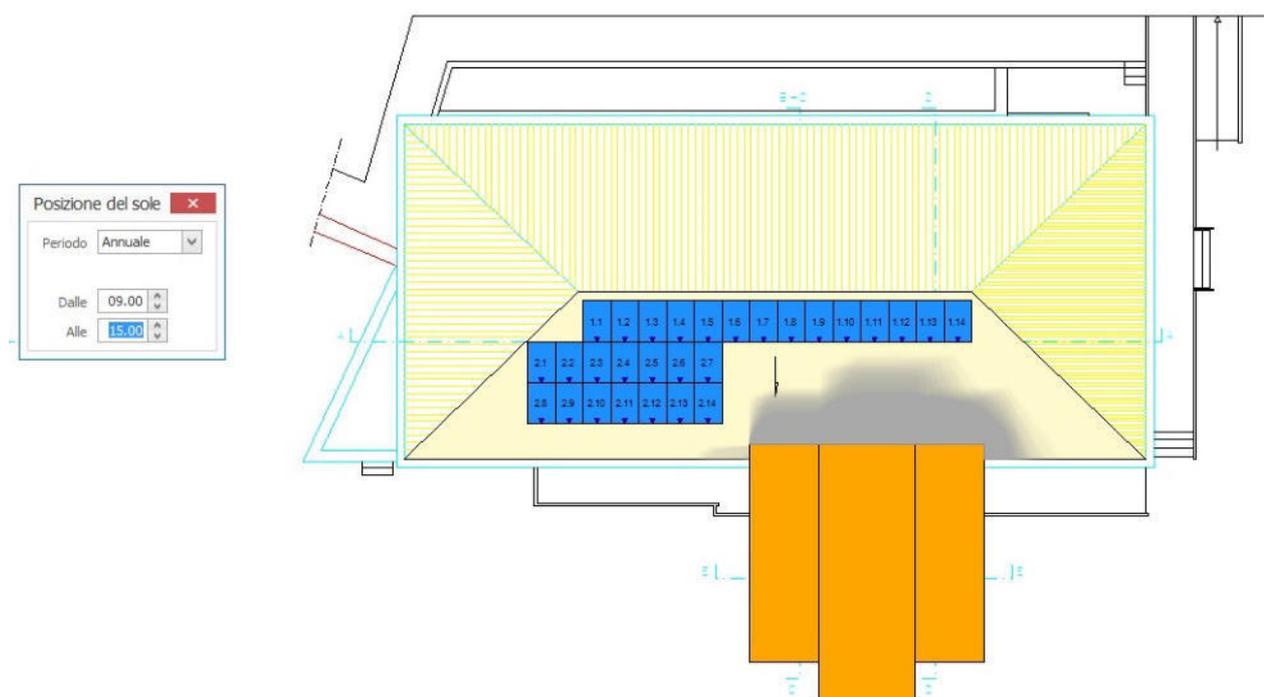


Fig. 2: Ombreggiamenti

L'effetto delle ombre sulla falda interessata è significativo, soprattutto nei mesi invernali, ma adottando un opportuno layout di posizionamento dei moduli fotovoltaici, gli effetti dell'ombreggiamento risultano trascurabili.

Pertanto, il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Albedo

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di 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

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**.

Criterio generale 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.

Criterio 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.

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

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

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a -10 °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 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a -10 °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 sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

Criterio generale di progetto dell'impianto generale di distribuzione elettrica

Questo capitolo spiega i principi di base applicati per il dimensionamento del sistema di alimentazione, nonché i metodi adottati per la verifica delle protezioni dei circuiti in caso di guasto.

Il calcolo della corrente di progetto nel sistema DC si basa su

$$I_b = P_d / V_n$$

dove

- I_b il valore RMS della corrente di progetto
- P_d il valore RMS della Potenza dell'utilizzatore
- V_n il valore RMS della Tensione dell'utilizzatore

Il calcolo della corrente di progetto nel sistema AC si basa su

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

dove

- I_b il valore RMS della corrente di progetto
- P_d il valore RMS della Potenza Attiva dell'utilizzatore
- V_n il valore RMS della Tensione dell'utilizzatore
- $\cos\varphi$ il valore nominale del Fattore di Potenza

- k_{ca} è un coefficiente che dipende dal sistema:
 - $k_{ca} = 1$ nel sistema monofase
 - $k_{ca} = 1.73$ nel sistema trifase

Il metodo di dimensionamento dei cavi è basato sulla corrente di progetto (calcolata come sopra) e sulla portata del cavo in servizio continuo. Inoltre, è necessario il coordinamento tra sezione dei conduttori e dispositivi di protezione di sovraccarico, per garantire la protezione del cavo dal sovraccarico.

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione contro il sovraccarico di un cavo devono soddisfare le due seguenti condizioni

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

dove

- I_b è la corrente di progetto del circuito
- I_z è la portata del cavo in servizio continuo
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f è la corrente che garantisce il corretto funzionamento nel tempo convenzionale del dispositivo di protezione.

La scelta del cavo dipende dalla portata di corrente in servizio continuo, dal materiale isolante, dalle condizioni di installazione e dal numero di conduttori caricati.

La portata del conduttore (I_z) è desunta dalle tabelle CEI UNEL 35024/1 (portata dei cavi in regime permanente) con riferimento al tipo di cavo ed alla modalità di posa, applicando opportuni coefficienti di riduzione in relazione alla temperatura ambiente ed al raggruppamento di più cavi affiancati.

Dimensionamento del conduttore di neutro

La sezione del conduttore neutro è dimensionata in base alla CEI 64-8 secondo la seguente tabella.

Tipo circuito	Sezione conduttore di fase	Sezione conduttore neutro
Monofase	S_f	$S_n = S_f$
Trifase	$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_n = S_f$
Trifase	$16 \text{ mm}^2 \leq S_f \leq 25 \text{ mm}^2$	16 mm^2
Trifase	$S_f > 25 \text{ mm}^2$	$S_n \geq S_f/2$

Tabella 1 – Sezioni conduttori di neutro

La caduta di tensione dovuta alla corrente di progetto è calcolata in notazione complessa per ogni conduttore di fase e di neutro (ove presente). La massima caduta di tensione fra il conduttore è calcolata con:

$$c.d.t(ib) = \max_{f=R} \left(\left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}_f \cdot \dot{I}_f - \dot{Z}_n \cdot \dot{I}_n \right| \right)$$

dove

- f è il conduttore di linea: L1, L2, L3;
- n è il conduttore di neutro;
- i è il numero di linea, da 1 a k;
- k è il numero totale delle linee da alimentare.

La formula precedente dà valore reale della formula:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

dove

- k_{cdt} è un coefficiente che dipende dal sistema di alimentazione:
 - $k_{cdt} = 2$ nel sistema monofase
 - $k_{cdt} = 1.73$ nel sistema trifase

La protezione delle condutture dai sovraccarichi è effettuata con interruttori magnetotermici conformi alla norma CEI 23-3 (per correnti nominali inferiori a 125 A), tenendo conto delle tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35024/2.

Il dimensionamento è valutato in base alle seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z, \quad I_f < 1,45 I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego della linea, in Ampere;
- I_n è la corrente nominale dell'interruttore, in Ampere;
- I_z è la portata del cavo, in Ampere.

Premesso che tutte le linee di alimentazione sono coordinate con il rispettivo dispositivo di protezione, il dimensionamento è completato con la verifica della portata e della caduta di tensione delle linee stesse.

Per un cavo la temperatura limite consentita dall'isolamento definisce l'energia passante specifica che può attraversare il cavo:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

dove

- t è la durata, in s;
- S è la sezione, in mm²;
- I è la corrente effettiva di corto-circuito, in A, espressa come valore RMS;
- k è un fattore che tiene della resistività, del coefficiente di temperatura e della capacità termica del materiale conduttore, e delle appropriate temperature iniziale e finale.

La protezione contro il cortocircuito è effettuata sia all'inizio che al termine della linea e cioè in corrispondenza dei valori massimi e minimo della corrente di cortocircuito.

Il dimensionamento all'inizio della linea è tale che in caso di cortocircuito l'energia passante del dispositivo di protezione ($I^2 t$) sia sufficiente a non arrecare danni e sovratemperature ammesse al cavo ($K^2 S^2$), rispettando la seguente relazione (Norma CEI 64-8):

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

Il dimensionamento al termine della linea è tale che la corrente di cortocircuito consenta l'intervento del dispositivo di protezione magnetotermico.

L'utilizzo come dispositivo di protezione dell'interruttore magnetotermico consente, senza bisogno di ulteriori verifiche, di soddisfare la protezione dai cortocircuiti per guasto con valore minimo della corrente di corto circuito nel punto più lontano della linea (I_{cc-min}).

Quindi la verifica per correnti di corto circuito minime (di fondo linea) non è in questo caso necessaria, come già precedentemente indicato, in quanto tutte le linee sono protette dai sovraccarichi (Norma CEI 64-8).

Alla stessa maniera, dato il tipo di interruttori previsti dal presente progetto, risulta sempre verificato che l'energia specifica passante degli interruttori di protezione è sempre inferiore a quella massima ammessa per i cavi, come prescritto dalla norma CEI 64-8.

Inoltre, si può affermare che, soddisfacendo la relazione $I_f \leq 1,45 I_z$, il cavo è normalmente protetto, in quanto il valore I_f (corrente di intervento termico entro un tempo stabilito) risulta solitamente superiore del 20% o del 25% della corrente di regolazione termica dell'interruttore.

Il potere di interruzione di ciascun dispositivo (massima corrente che l'interruttore può interrompere) è superiore alla corrente di corto circuito massima (calcolata nel punto in cui è installato l'interruttore stesso).

La protezione contro i contatti diretti è assicurata nei seguenti modi:

- *Isolamento delle parti attive*; tutte le parti che sono normalmente in tensione devono essere completamente ricoperte da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso, rispondente ai requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione del relativo componente. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il funzionamento. A tal proposito i componenti devono essere scelti solo se riportanti il marchio di qualità "IMQ", garanzia che assicura la corrispondenza dell'isolamento alle relative norme.
- *Protezione con involucri e barriere*; gli involucri o le barriere delle parti attive devono assicurare un grado di protezione minimo maggiore di IP2X. Per le superfici superiori di involucri orizzontali a portata di mano è richiesto il grado di protezione minimo IP4X. L'apertura degli involucri esterni e la rimozione delle barriere sono soggette a determinate limitazioni, come l'uso di chiave o apposito attrezzo da parte di personale addestrato
- *Interruttore differenziale*; la norma CEI 64-8 consente l'uso dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità come mezzo di protezione dai contatti diretti, ma solo come misura di protezione aggiuntiva, che può integrare i metodi sopraccitati, ma non può sostituirli.

La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dall'interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto a terra pericoloso (presenza di moduli differenziali, coordinati col valore della resistenza di terra, in posizione opportuna).

La protezione contro i contatti indiretti deve essere ottenuta mediante interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale, oppure dispositivi di protezione contro le sovracorrenti purché, per entrambi, sia verificata la seguente disequazione:

$$R_A \times I_A \leq U_L$$

Dove:

- R_A [Ω] = resistenza dell'impianto di terra (condizione più sfavorevole);
- I_A [A] = corrente che provoca l'intervento del dispositivo automatico di protezione definita nei casi specifici dalla norma.
- U_L [V] = valore minimo della tensione di contatto
 - $U_L=50V$ nei luoghi ordinari;
 - $U_L=25V$ nei luoghi speciali;

Applicando i principi di progetto descritti al capitolo precedente si ottiene il dimensionamento dei cavi e il coordinamento con dispositivi di protezione del sistema di alimentazione.

I risultati dei calcoli e le verifiche sui circuiti sono riportati negli schemi elettrici unifilari dei quadri elettrici allegati alla presente relazione.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Impianto Fotovoltaico con Accumulo Municipio

L'impianto, denominato "Impianto Fotovoltaico con Accumulo Municipio" (codice POD IT001E04024441), è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione. Ha una potenza totale pari a **7.700 kW** e una produzione di energia annua pari a **10 883.35 kWh** (equivalente a **1 413.42 kWh/kW**), derivante da 28 moduli che occupano una superficie di 45.84 m², ed è composto da 1 generatore.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	COMUNE DI SARDARA
Indirizzo	PIAZZA GRAMSCI 1
CAP Comune (Provincia)	09030 SARDARA (VS)
Latitudine, Longitudine, Altitudine	39°.6164 N, 8°.8214 E, 155 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 588.63 kWh/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	45.84 m²
Numero totale moduli	28
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	10 883.35 kWh
Potenza totale installata in CC	7,7 kW
Potenza nominale dell'inverter CC/CA	8,5 kW
Potenza nominale dell'impianto fotovoltaico	7,7 kW = min(7,7 kW; 8,5 kW)
Sistema di accumulo	Lato produzione bidirezionale in c.a.
Capacità di accumulo utile	13.50 kWh
Potenza nominale dell'inverter del sistema di accumulo CA	5 kW
Potenza attiva nominale dell'impianto Municipio	12,7 kW = (7,7 kW + 5 kW)

Sistema di accumulo esterno

Il sistema di accumulo, installato sul lato produzione in corrente alternata, permette di immagazzinare l'energia prodotta in eccesso dall'intero impianto per riutilizzarla nei momenti in cui l'impianto non produce energia. Si compone di una batteria monofase la cui gestione è demandata ad un gateway che provvede a regolare la carica e la scarica delle batterie in funzione della disponibilità complessiva di energia prodotta dagli impianti fotovoltaici.

La realizzazione prevede l'installazione di 1 accumulatore agli ioni di litio modello Tesla Powerwall 2, della capacità utile di 13,5kWh, conformemente a quanto previsto dalla norma CEI 0-21 in configurazione accumulo CA lato produzione.

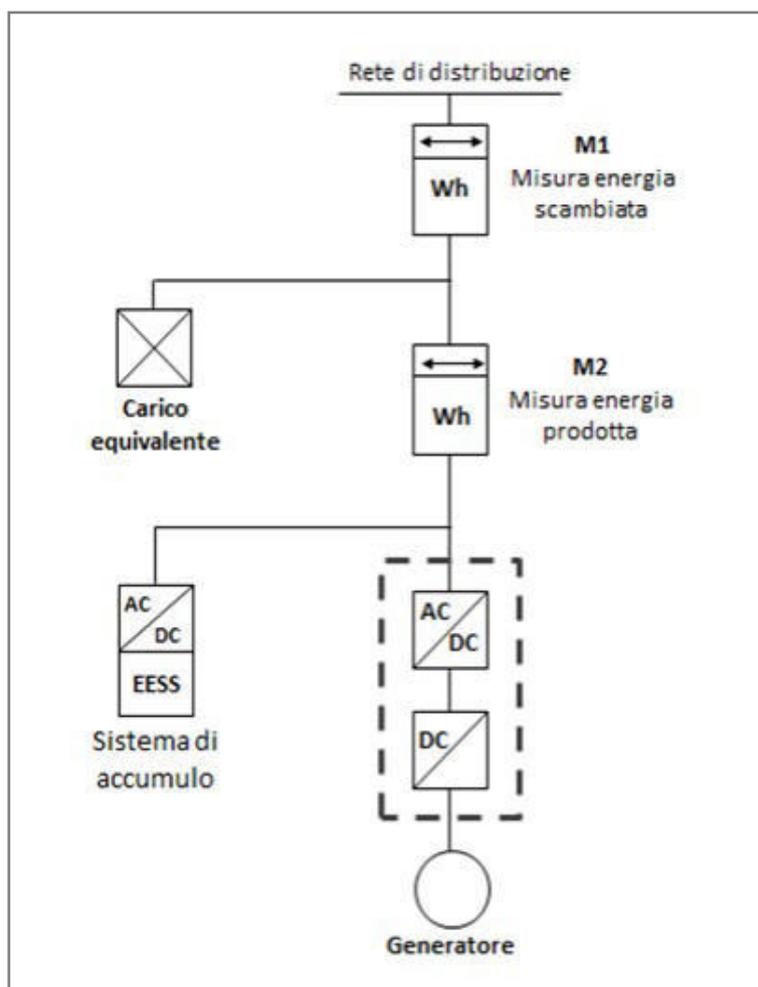


Fig. 3: Schema funzionale CEI 0-21 – SdA a valle del contatore di produzione

Il sistema sarà dotato di meter per la misura dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e di quella assorbita dai carichi, e di un gateway per la gestione dei flussi energetici.

In presenza di sovrapproduzione dell'impianto fotovoltaico rispetto all'assorbimento richiesto dai carichi utente, il gateway utilizzerà l'energia in eccesso per ricaricare le batterie, fino alla completa carica delle stesse. Tale energia accumulata sarà utilizzata nei momenti in cui la produzione da energia rinnovabile non è sufficiente per compensare i consumi elettrici utente.

La configurazione implementata permetterà la carica delle batterie in presenza di produzione da impianto fotovoltaico e non consentirà la ricarica dalla rete elettrica.

Batteria	
Marca	TESLA ENERGY
Modello	POWERWALL2
Tipo	Elettrochimica agli Ioni di Litio
Tensione nominale	230.0 V
Capacità nominale	60.8 Ah
Lunghezza, Larghezza, profondità	1302 mm, 862 mm, 183 mm
Peso	97.00 kg
Configurazione sistema di accumulo	
Tensione nominale del sistema	230.0
Numero di batterie	1
Capacità di accumulo	14 kWh
Capacità di accumulo utile CUS	13,5 kWh

Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **10 883.35 kWh**.

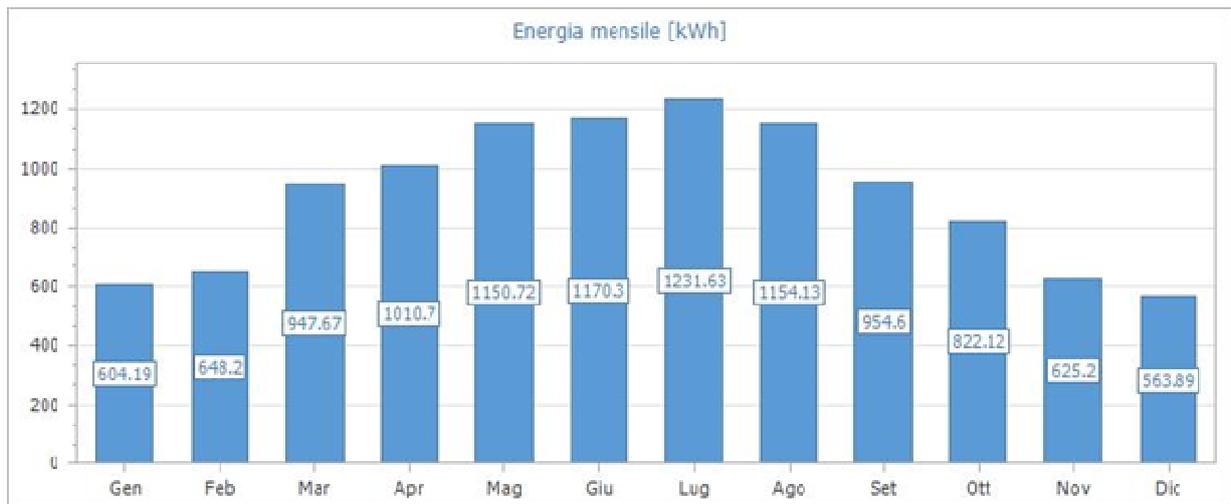


Fig. 4: Energia mensile prodotta dall'impianto

Consumo

Il consumo totale annuo è **30 878.10 kWh**, il grafico successivo indica i consumi per ogni mese:

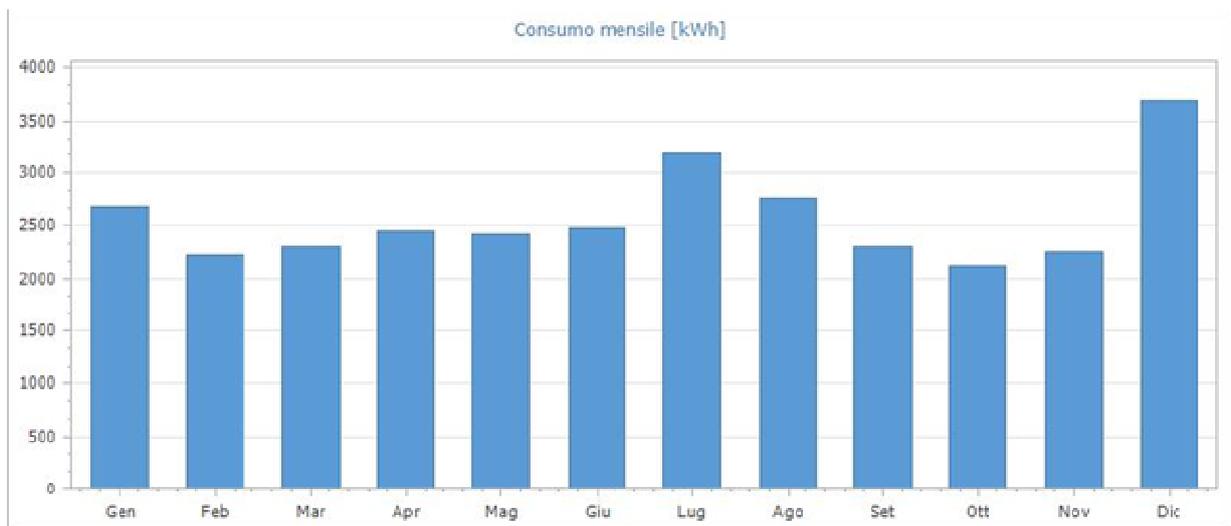


Fig. 5: Consumo mensile di energia

Il consumo totale annuo è 30 878.10 kWh, di cui:

- 10803,94 kWh coperti dall'impianto (autoconsumo);
- 20730,16 kWh coperti dalla rete (autoconsumo).

L'autarchia (copertura dei consumi da fonte energetica rinnovabile) annua totale è pari al **32,90%**:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Totale
Consumo totale [kWh]	2.673,12	2.217,82	2.312,92	2.447,86	2.418,94	2.482,02	
Cons. coperto dall'impianto [kWh]	547,51	560,04	787,27	827,31	969,92	978,86	
Cons. coperto dall'accumulo [kWh]	17,32	44,65	94,95	113,23	102,25	110,90	
Cons. coperto dalla rete [kWh]	2.108,28	1.613,13	1.430,70	1.507,32	1.346,76	1.392,26	
Copertura [%]	21,10	27,30	38,10	38,40	44,30	43,90	
	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
Consumo totale [kWh]	3.187,99	2.766,10	2.311,88	2.116,21	2.250,16	3.693,07	30.878,10
Cons. coperto dall'impianto [kWh]	1.066,18	987,84	798,45	703,10	550,82	527,31	9.304,62
Cons. coperto dall'accumulo [kWh]	82,97	88,76	91,06	63,89	33,33	0,00	843,32
Cons. coperto dalla rete [kWh]	2.038,84	1.689,49	1.422,37	1.349,23	1.666,02	3.165,76	20.730,16
Copertura [%]	36,00	38,90	38,50	36,20	26,00	14,30	32,90

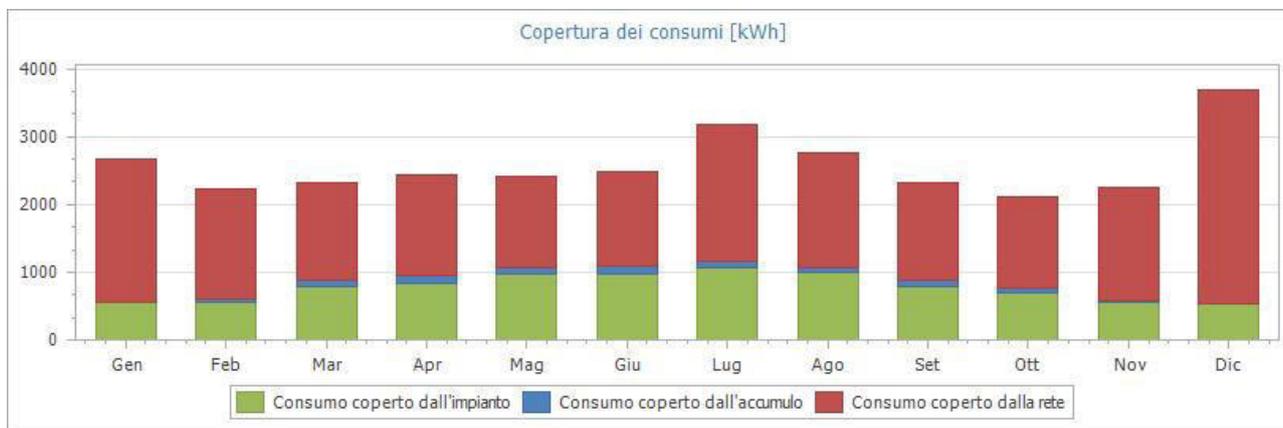


Fig. 6: Copertura dei consumi di energia mensile

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **10 883.35 kWh, di cui:**

- 10803,94 kWh utilizzati dall'impianto (autoconsumo);
- 28,69 kWh immessi in rete;

L'autoconsumo (Utilizzo della produzione da fonte energetica rinnovabile in loco) annua totale è pari al **99%**:

- autoconsumo da fotovoltaico 90%;
- autoconsumo da accumulo 9%;

Tale dato non deve stupire, infatti la produzione dell'impianto è notevolmente inferiore rispetto a

quella richiesta e inoltre le immissioni in rete sono ridotte al minimo dall'introduzione del sistema di accumulo.

DIMENSIONAMENTO GENERATORE FOTOVOLTAICO *Municipio Sud-Ovest*

Il generatore, denominato "Municipio Sud-Ovest", ha una potenza pari a **7.700 kW** e una produzione di energia annua pari a **10 883.35 kWh**, derivante da 28 moduli con una superficie totale dei moduli di 45.84 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Inclinazione dei moduli (Tilt)	28°
Orientazione dei moduli (Azimut)	20°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 765.76 kWh/m²
Estensione totale disponibile	132.99 m²
Potenza totale	7.700 kW
Energia totale annua	10 883.35 kWh

Modulo	
Marca – Modello	Trina Solar Energy Co., Ltd - TSM-PD05 275 HONEY
Numero totale moduli	28
Superficie totale moduli	45.84 m²

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	14	1 x 14
2	14	1 x 14

Inverter	
Marca – Modello	ABB - TRIO-8.5-TL-OUTD
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	110.39 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Il posizionamento di massima dei moduli è riportato nelle tavole di progetto.

Verifiche elettriche MPPT 1

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	
Vm a 70 °C (358.59 V) maggiore di Vmppt min. (320.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (495.14 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (593.14 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (593.14 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (9.32 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (20.00 A)	VERIFICATO

Verifiche elettriche MPPT 2

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	
Vm a 70 °C (358.59 V) maggiore di Vmppt min. (320.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (495.14 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	VERIFICATO

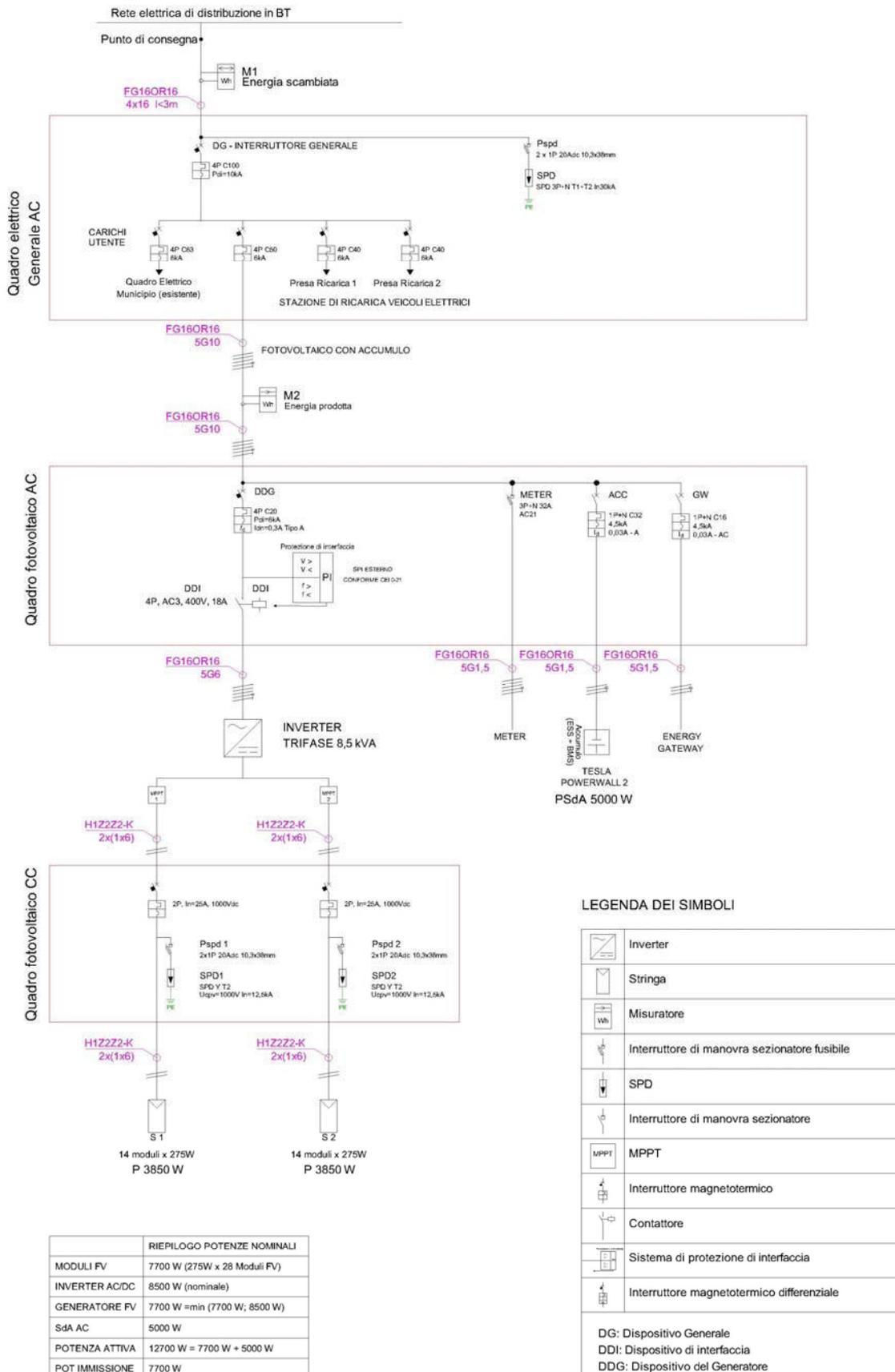
TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (593.14 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (593.14 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (9.32 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (20.00 A)	VERIFICATO

Schema elettrico e caratteristiche tecniche dei componenti

Lo schema elettrico unifilare dell'impianto è riportato nelle tavole di progetto.



	RIEPILOGO POTENZE NOMINALI
MODULI FV	7700 W (275W x 28 Moduli FV)
INVERTER AC/DC	8500 W (nominale)
GENERATORE FV	7700 W = min (7700 W; 8500 W)
SdA AC	5000 W
POTENZA ATTIVA	12700 W = 7700 W + 5000 W
POT IMMISSIONE	7700 W

Quadri elettrici

I quadri elettrici sono del tipo ASD, cioè quadri costruiti in serie (tipo AS), destinati ad essere installati in luoghi dove hanno accesso persone non addestrate. I quadri dovranno rispondere a tutte le specifiche prescrizioni della Norma CEI 17/13, oppure, se applicabile, della Norma sperimentale CEI 23/51, relativa ai quadri elettrici ad installazione fissa, aventi involucri vuoti rispondenti alla Norma CEI 23/49 e corrente nominale non superiore ai 125 A.

Per l'impianto in esame sono previsti quadri del tipo a parete o da incasso in materiale termoplastico o metallico, con sportello trasparente, dotati di chiusura a chiave, con grado di protezione minimo IP 43.

L'involucro deve garantire, nelle condizioni operative, una dissipazione termica non inferiore al calore dissipato per effetto Joule dai dispositivi installati al suo interno, considerando come dispositivi non solo gli organi di manovra e/o protezione, ma anche le apparecchiature ausiliarie quali trasformatori, lampade spia, etc.

Sono previsti 2 quadri elettrici in corrente alternata e un quadro elettrico in corrente continua.

Quadro Elettrico Generale CA

Quadro Generale CA, per sezionamento e distribuzione generale della forza motrice, dimensioni 900x700x150mm, con carpenteria idonea per posa a parete IP65, composto da:

- Spie presenza rete trifase;
- Scaricatori di sovratensione tetrapolari T1+T2;
- Interruttore magnetotermico di sezionamento e protezione generale;
- Interruttore magnetotermico di sezionamento e protezione quadro elettrico Municipio esistente;
- Interruttore magnetotermico di sezionamento e protezione quadro fotovoltaico CA;
- N°2 Interruttori magnetotermici di sezionamento e protezione prese della stazione di ricarica dei veicoli elettrici;

Quadro Fotovoltaico CA

Quadro Fotovoltaico CA, per protezione e sezionamento impianto fotovoltaico e sistema di accumulo, dimensioni 700x460x260mm, con carpenteria idonea per posa a parete IP65, composto da:

- Interruttore magnetotermico differenziale di sezionamento e protezione sistema di accumulo;
- Interruttore magnetotermico differenziale di sezionamento e protezione gateway e ausiliari;
- Interruttore magnetotermico differenziale di sezionamento e protezione fotovoltaico;
- Dispositivo di interfaccia contattore 4P AC3;
- Sistema di protezione di interfaccia conforme alla norma CEI 0-21;
- Alimentatore e buffer per sistema di protezione di interfaccia conforme alla norma CEI 0-21;
- Interruttore magnetotermico di sezionamento e protezione inverter fotovoltaico;

Quadro Fotovoltaico CC

Quadro Fotovoltaico CC, per sezionamento e protezione stringhe fotovoltaiche, con carpenteria idonea per posa a parete IP65, composto da:

- N°2 Scaricatori di sovratensione CC;
- N°2 Interruttore magnetotermico di sezionamento e protezione generale;

Sistema di protezione di Interfaccia

La potenza attiva nominale dell'impianto, pari a 12,7 kW è maggiore di 11,08 kW pertanto ai sensi della norma CEI 0-21 è richiesto un dispositivo di interfaccia esterno ai convertitori CC/CA.

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore 4P AC3.

Nell'impianto non è previsto un dispositivo di rinalzo al DDI (dispositivo di interfaccia) (Pnom<20kW).

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

Cavi

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

Nella tabella seguente sono riportati i dati specifici e le verifiche elettriche dei cavi dell'impianto fotovoltaico.

Descrizione	Designazione	Sezione (mm ²)	Lung. (m)	Risultati		
				Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16OR16 0,6/1 kV	16.0	3.00	11.11	80.00	0.02
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16OR16 0,6/1 kV	6.0	5.00	11.11	44.00	0.10
Quadro fotovoltaico - I 1	FG16OR16 0,6/1 kV	6.0	3.00	11.11	44.00	0.06
I 1 - MPPT 1		6.0	1.00	8.84	38.00	0.02
I 1 - Quadro di campo CC	H1Z2Z2-K	6.0	1.00	8.84	54.00	0.02
Quadro di campo CC - S 1	H1Z2Z2-K	6.0	30.00	8.84	54.00	0.51
I 1 - MPPT 2		6.0	1.00	8.84	38.00	0.02
I 1 - Quadro di campo CC	H1Z2Z2-K	6.0	1.00	8.84	54.00	0.02
Quadro di campo CC - S 2	H1Z2Z2-K	6.0	30.00	8.84	54.00	0.51

I dati specifici e le verifiche elettriche dei cavi in corrente alternata sono riportati negli schemi elettrici unifilari allegati.

Il cablaggio elettrico è realizzato mediante cavi con conduttori in rame isolati in PVC o EPR con sezione delle anime idonea alle correnti in gioco e tale da contenere la caduta di tensione. Il tipo di cavo è idoneo alle condizioni di posa e di esercizio.

I cavi rispondono alle norme CEI, hanno marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme CEI-UNEL, grado d'isolamento adeguato alle condizioni di utilizzo.

Il tracciato dei tubi e canali protettivi deve consentire l'andamento rettilineo orizzontale e/o verticale, il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare in nessun modo i cavi posati al loro interno.

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni adeguate e con coperchio ad avvitamento del tipo da parete IP 55 per l'impiego in luoghi particolari (umidi/bagnati), e/o esposti ad urti accidentali. Le giunzioni ed i cablaggi devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione. Per i circuiti C.C. si utilizzano morsetti a innesto rapido e doppio isolamento e per i circuiti C.A. si utilizzano morsetti a cappuccio in resina termoindurente (PVC), completi di viti di serraggio e contenuti in apposite cassette di derivazione, con la sola eccezione per i canali e le passerelle, nei quali deve però risultare che le parti in tensione abbiano grado di protezione almeno IPXXB (inaccessibilità al dito di prova), e congiungano cavi aventi medesime caratteristiche e colore (art. 526.1 Norma CEI 64/8).

Posizionamento dei moduli

I moduli sono installati sulla copertura inclinata con dei profili lineari in alluminio, complanarmente e con la stessa inclinazione della falda destinata ad accoglierli. I moduli sono poi fissati sui profili lineari in aderenza agli stessi, in modo tale da non alterare il fattore di forma e la sagoma dell'edificio stesso.

Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra degli edifici in oggetto allo stato attuale è esistente. I nuovi impianti sono collegati all'impianto esistente e deve essere verificato per le varie sezioni dell'impianto il coordinamento dell'impianto di terra con le protezioni elettriche.

Protezioni e cablaggio elettrico sistema di accumulo

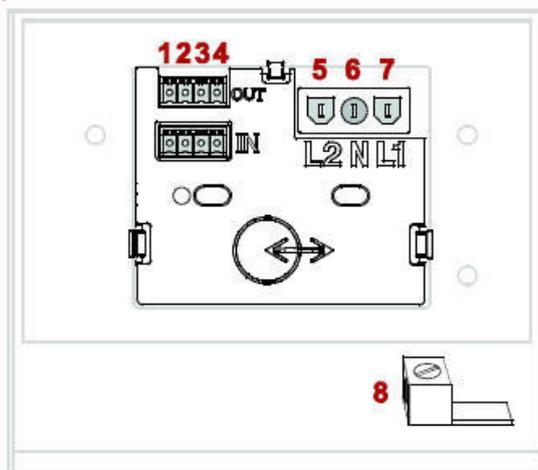
L'installazione del sistema di accumulo prevede la realizzazione del sistema di sezionamento e protezione degli accumulatori e del gateway per garantire la sicurezza degli impianti e delle persone.

Quadro Protezione e Sezionamento Accumulatori		
Sigla	Circuito/utenza	Dispositivo
ACC	Accumulatore Tesla Powerwall 2 – (L1N)	Interruttore magnetotermico differenziale 2P In=32A; Idn=0,03A; Tipo A; Pdi=4,5kA
GW	Gateway e ausiliari	Interruttore magnetotermico differenziale 2P In=16A; Idn=0,03A; Tipo AC; Pdi=4,5kA

Cablaggi		
Circuito	Sigla / Formazione	Tipologia cavo
Linee Energia Powerwall	FG16OR16 0,6/1 kV (3G6)	Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).
Alimentazione Gateway	FG16OR16 0,6/1 kV (3G2,5)	Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).
Segnalamento Gateway	CAT 5 o superiore	Cavi con doppio schermo tipo S-FTP cat. 5E connettabili con RJ45 per collegamenti nel settore dell'automazione industriale, omologazione UL CSA. Categoria 5E EIA/TIA-568-B.2 – EN 50288

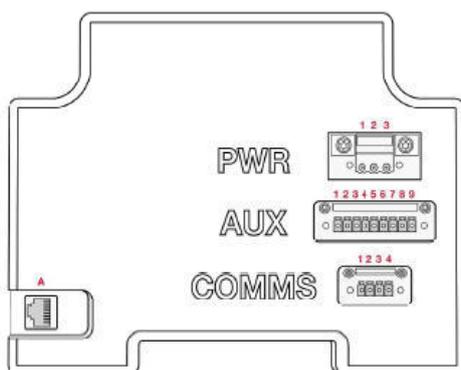
Nelle figure seguenti sono riportati gli schemi di collegamento dell'unità di accumulo powerwall e del gateway, con relativi cablaggi.

Unità Powerwall



Cablaggio unità Powerwall			
	Terminale unità Powerwall	Colore filo consigliato	Sezione del filo
1	12V + (Logica +)	Marrone	0,2-1,5 mm ²
2	GND	Bianco	0,2-1,5 mm ²
3	CN + (CAN HI)	Blu	0,2-1,5 mm ²
4	CN - (CAN LO)	Giallo	0,2-1,5 mm ²
5	L2 (Line 2)	Blu	6-10 mm ²
6	N (Neutral) [inutilizzato]		6-10 mm ²
7	L1 (Line 1)	Marrone	6-10 mm ²
8	Terminale di messa a terra del telaio	Verde o verde/giallo	6-10 mm ²

Gateway



Cablaggio Gateway		
Nome terminale	Colore filo consigliato	Sezione del filo
PWR (alimentazione)		
1 L1	Marrone	2,5-4 mm ²
2 N	Blu	2,5-4 mm ²
3 PE (terra)	Verde o verde/giallo	2,5-4 mm ²
AUX (comunicazione contatore)		
1 VIO		0,2-1,5 mm ²
2 I/O LO digitale		0,2-1,5 mm ²
3 I/O HI digitale		0,2-1,5 mm ²
4 GND/schermatura		0,2-1,5 mm ²
5 RS485 HI n. 1	Rosso	0,2-1,5 mm ²
6 RS485 LO n. 1	Nero	0,2-1,5 mm ²
7 GND/schermatura		0,2-1,5 mm ²
8 RS485 HI n. 2	Rosso	0,2-1,5 mm ²
9 RS485 LO n. 2	Nero	0,2-1,5 mm ²
COMMS (comunicazione Powerwall)		
1 12V + (Logics +)	Marrone	0,2-1,5 mm ²
2 GND	Bianco	0,2-1,5 mm ²
3 CN + (CAN HI)	Blu	0,2-1,5 mm ²
4 CN - (CAN LO)	Giallo	0,2-1,5 mm ²
Comunicazione rete		
A Ethernet		CATS o superiore

Protezioni e cablaggio elettrico della stazione di ricarica per veicoli elettrici

L'intervento prevede, oltre alla realizzazione di un impianto fotovoltaico con sistema di accumulo, l'installazione di una stazione di ricarica per veicoli elettrici con 2 prese di Tipo 2, ognuna con potenza nominale sino a 22kW, con alimentazione trifase, dotata di sistema di comunicazione dati con protocollo OCPP 1.5/1.6.

La tipologia scelta è conforme alle norme CEI e adatta ad essere installata in luoghi pubblici. La stazione è dotata di protezione interna magnetotermica differenziale di Tipo A con Controller (CC616) di rilevamento della corrente differenziale continua da 6mA, pertanto non è necessaria l'installazione a monte di un differenziale di tipo B.

Di seguito le specifiche tecniche del sistema di protezione della stazione di ricarica.

Quadro Protezione e Sezionamento Stazione di Ricarica per Veicoli elettrici		
Sigla	Circuito/utenza	Dispositivo
EV	Stazione di Ricarica di Tipo 2 Pnom 2x22kW (L1L2L3N)	N° 2 Interruttori magnetotermico 4P In=40A; Pdi=10kA.
Cablaggi		
Circuito	Sigla / Formazione	Tipologia cavo
Linea Energia	FG16R16 0,6/1 kV (5G10)	Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

NORMATIVA

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 VVFF.

Leggi e decreti

Normativa generale

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

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 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.

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

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 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 61439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

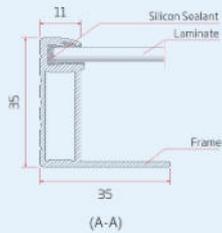
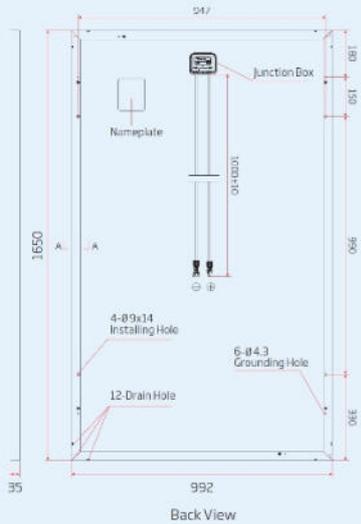
CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

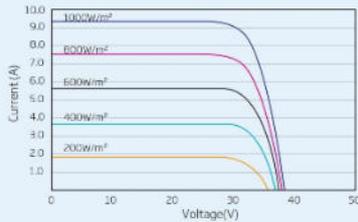
SCHEDE TECNICHE MODULI

TRINA SOLAR TSM-275-PD05 Honey o similari

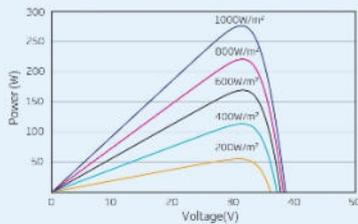
DIMENSIONS OF PV MODULE TSM-PD05 (unit: mm)



I-V CURVES OF PV MODULE (280W)



P-V CURVES OF PV MODULE (280W)



ELECTRICAL DATA @ STC	TSM-270 PD05	TSM-275 PD05	TSM-280 PD05	TSM-285 PD05
Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	270	275	280	285
Power Output Tolerance- P_{MAX} (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	30.9	31.1	31.4	31.6
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	8.73	8.84	8.92	9.02
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	37.9	38.1	38.2	38.3
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	9.22	9.32	9.40	9.49
Module Efficiency η_m (%)	16.5	16.8	17.1	17.4

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5
* Measuring tolerance: ±3%

ELECTRICAL DATA @ NOCT	TSM-270 PD05	TSM-275 PD05	TSM-280 PD05	TSM-285 PD05
Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	200	204	208	211
Maximum Power Voltage- U_{MPP} (V)	28.6	28.8	29.0	29.2
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	7.00	7.09	7.15	7.23
Open Circuit Voltage- U_{OC} (V)	35.1	35.3	35.4	35.5
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	7.44	7.52	7.59	7.66

NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Multicrystalline 156.75 × 156.75 mm
Cell Orientation	60 cells (6 × 10)
Module Dimensions	1650 × 992 × 35 mm
Weight	18.6 kg
Glass	3.2 mm, high transparency, AR coated and heat tempered solar glass
Backsheet	White
Frame	Silver Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 67 or IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² , 1000 mm
Connector	EU Countries: 2B MC4 / UTX / TS4, Non-EU Countries: 2B QC4 / TS4

TEMPERATURE RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	44°C (±2K)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	-0.41%/K
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.32%/K
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.05%/K

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 to +85°C
Maximum System Voltage	1000V DC (IEC) 1000V DC (UL)
Max Series Fuse Rating*	15 A
Mechanical Load	5400 Pa
Wind Load	2400 Pa

* DO NOT connect fuse in combiner box with two or more strings in parallel connection

WARRANTY

- 10 year Product Workmanship Warranty
- 25 year Linear Performance Warranty

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box:	30 pieces
Modules per 40' container:	840 pieces

TSM_EN_2017_B

SCHEDE TECNICHE INVERTER

ABB TRIO-8.5-TL-OUTD o similareE

Modello	TRIO-5.8-TL-OUTD	TRIO-7.5-TL-OUTD	TRIO-8.5-TL-OUTD
Ingresso			
Massima tensione assoluta DC in ingresso ($V_{max,abs}$)	1000 V		
Tensione di attivazione DC di ingresso (V_{start})	350 V (adj. 200...500 V)		
Intervallo operativo di tensione DC in ingresso ($V_{dmin}...V_{dmax}$)	0.7 x $V_{start}...950$ V (min 200 V)		
Tensione nominale DC in ingresso (V_{dc})	620 V		
Potenza nominale DC di ingresso (P_{dc})	5950 W	7650 W	8700 W
Numero di MPPT indipendenti	1	2	2
Potenza massima DC di ingresso per ogni MPPT ($P_{MPPTmax}$)	6050 W Derating da max a zero [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V]	4800 W	4800 W
Intervallo MPPT di tensione DC ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) a P_{dc}	320...800 V	-	-
Intervallo di tensione DC con configurazione di MPPT in parallelo a P_{dc}	-	320...800 V	320...800 V
Limitazione di potenza DC con configurazione di MPPT in parallelo	-	Derating da max a zero [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V]	
Limitazione di potenza DC per ogni MPPT con configurazione di MPPT indipendenti a P_{dc} , esempio di massimo sbilanciamento	-	4800 W [320 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] altro canale: P_{dc} = 4800 W	4800 W [320 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] altro canale: P_{dc} = 4800 W
Massima corrente DC in ingresso (I_{dmax}) / per ogni MPPT ($I_{MPPTmax}$)	18.9 A	30.0 A / 15.0 A	30.0 A / 15.0 A
Massima corrente di cortocircuito di ingresso per ogni MPPT	24.0 A	20.0 A	20.0 A
Numero di coppie di collegamento DC in ingresso per ogni MPPT	2 (versione -S)		
Tipo di connessione DC	Connettore PV ad innesto rapido ³⁾ / Morsettiera a vite in versioni standard		
Protezioni di ingresso			
Protezione da inversione di polarità	Sì, da sorgente limitata in corrente		
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT-varistore	Sì, 4		
Controllo di isolamento	In accordo alla normativa locale		
Caratteristiche sezionatore DC per ogni MPPT (versione con sezionatore DC)	16 A / 1000 V, 25 A / 800 V		
Uscita			
Tipo di connessione AC alla rete	Trifase 3 fili + PE o 4 fili + PE		
Potenza nominale AC di uscita ($P_{acr}@cos\phi=1$)	5800 W	7500 W	8500 W
Potenza apparente massima (S_{max})	5800 VA	7500 VA	8500 VA
Tensione nominale AC di uscita (V_{ac})	400 V		
Intervallo di tensione AC di uscita	320...480 V ¹⁾		
Massima corrente AC di uscita ($I_{ac,max}$)	10.0 A	12.5 A	14.5 A
Contributo alla corrente di corto circuito	12.0 A	14.5 A	16.5 A
Frequenza nominale di uscita (f)	50 Hz / 60 Hz		
Intervallo di frequenza di uscita ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾		
Fattore di potenza nominale e intervallo di aggiustabilità	> 0.995, adj. ± 0.9 con P_{acr} = 5.22 kW, ± 0.8 con max 5.8 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 con P_{acr} = 6.75 kW, ± 0.8 con max 7.5 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 con P_{acr} = 7.65 kW, ± 0.8 con max 8.5 kVA
Distorsione armonica totale di corrente	< 2%		
Tipo di connessioni AC	Morsettiera a vite, pressa cavo M32		
Protezioni di uscita			
Protezione anti-islanding	In accordo alla normativa locale		
Massima protezione esterna da sovracorrente AC	16.0 A	16.0 A	20.0 A
Protezione da sovratensione di uscita - varistore	4, più gas arrester		
Prestazioni operative			
Efficienza massima (η_{max})	98.0%		
Efficienza pesata (EURO/CEC)	97.4% / -	97.5% / -	97.5% / -
Soglia di alimentazione della potenza	32 W	36 W	36 W
Consumo notturno	< 3 W		

SCHEDE TECNICHE SISTEMA DI ACCUMULO

TESLA ENERGY POWERWALL 2 AC o similare

POWERWALL

L'unità Powerwall di Tesla è un sistema di batteria CA per l'uso in proprietà residenziali o commerciali di dimensioni ridotte. Il relativo pacco batterie agli ioni di litio ricaricabile consente lo stoccaggio dell'energia per il consumo diretto di energia solare, la movimentazione di carichi e l'energia elettrica di riserva.

L'interfaccia elettrica dell'unità Powerwall facilita il collegamento in qualsiasi abitazione o edificio. L'innovativo design compatto garantisce la massima densità energetica sul mercato, facilita l'installazione consentendo agli utenti di sfruttare immediatamente i vantaggi di un'energia affidabile e pulita.



SPECIFICHE SULLE PRESTAZIONI

Gamma di tensione CA (Nominale)	208 V, 220 V, 230 V, 100/200 V, 120/240 V
Tipo di alimentazione	Monofase e a fase ausiliaria
Frequenza di rete	50 e 60 Hz
Energia totale ¹	14 kWh
Energia utile ¹	13,5 kWh
Potenza effettiva, continua max ²	5 kW (carica e scarica)
Potenza effettiva, picco (10 s) ²	7 kW (solo scarica)
Potenza apparente, continua max ²	5,8 kVA (carica e scarica)
Potenza apparente, picco (10 s) ²	7,2 kVA (solo scarica)
Squilibrio per carichi monofase	100%
Fattore di potenza campo di uscita	+/- 1,0 regolabile
Fattore di potenza (massima potenza nominale)	+/- 0,85
Profondità di scarica	100%
Tensione CC batteria interna	50 V
Efficienza in entrata e uscita^{1,3}	> 90%
Garanzia	10 anni

¹Valori forniti per potenza di carica/scarica di 3,3 kW a 25°C.
²Valori dipendenti dall'area geografica.
³CA a batteria a CA, all'inizio della vita utile.

COMPATIBILITÀ

Sicurezza	UL 1642, UL 1741, UL 1973, UL 9540, UN 38.3, IEC 62109-1, IEC 62619, CSA C22.2.107.1
Standard di rete	Compatibilità globale
Emissioni	FCC Parte 15 Classe B, ICES 003, EN 61000 Classe B
Ambiente	Direttiva RoHS 2011/65/EU, Direttiva WEEE 2012/19/EU, 2006/66/EC
Qualifica sismica	AC156, IEEE 693-2005 (high)

SPECIFICHE MECCANICHE

Dimensioni	1150 mm x 755 mm x 155 mm
Peso	122 kg
Opzioni di montaggio	A pavimento o a parete

SPECIFICHE AMBIENTALI

Temperatura d'esercizio	Da -20°C a 50°C
Umidità d'esercizio (RH)	Fino a 100%, condensa
Altitudine massima	3000 m
Ambiente	Indoor e outdoor
Tipo di involucro	NEMA 3R
Valore di ingresso nominale	IP67 (Batteria ed elettronica di potenza) IP56 (Cablaggio)
Livello di rumorosità @1 m	< 40 dBA a 30°C

SPECIFICHE GATEWAY

Dimensioni	240 mm x 243 mm x 130 mm
Peso	2 kg
Tipo di involucro	NEMA 4
Valore di ingresso nominale	IP65
Interfaccia utente	Tesla App
Connettività	WLAN, Ethernet, 3G ⁴
Misuratore CA	Ricavi energetici
Modalità di funzionamento	Supporto per un'ampia gamma di utilizzi
Modularità	Supporta fino a 10 unità Powerwall CA associate

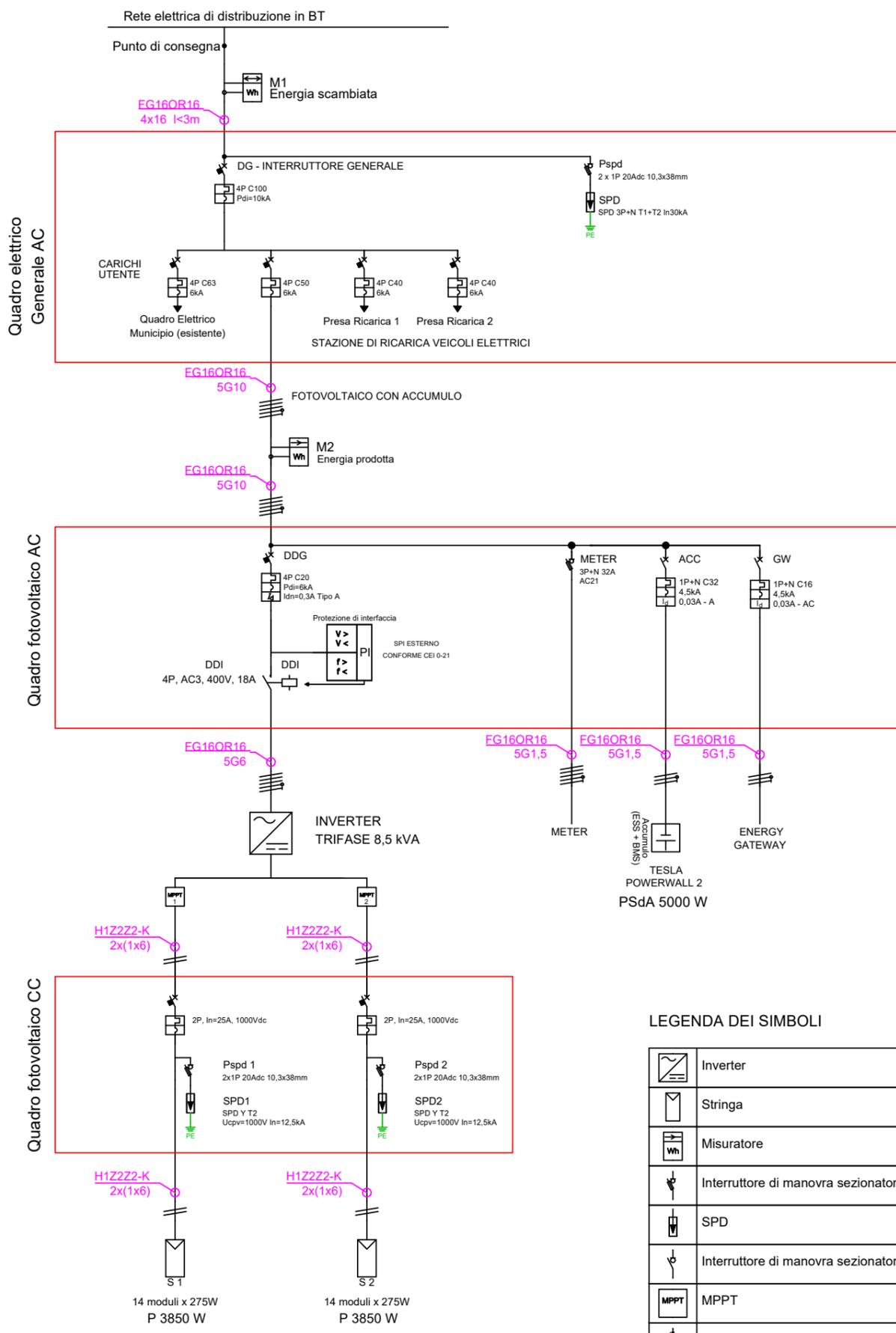
⁴3G opzionale

INDICE

PREMESSA	2	
Valenza dell'iniziativa	2	
Attenzione per l'ambiente	2	
Risparmio sul combustibile	2	
Emissioni evitate in atmosfera	2	
Normativa di riferimento	2	
SITO DI INSTALLAZIONE	3	
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	3	
Disponibilità della fonte solare	4	
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4	
Fattori morfologici e ambientali	5	
Ombreggiamento	5	
Albedo	5	
PROCEDURE DI CALCOLO	6	
Criterio generale di progetto	6	
Criterio di stima dell'energia prodotta	6	
Criterio di verifica elettrica	7	
Criterio generale di progetto dell'impianto generale di distribuzione elettrica	7	
Dimensionamento del conduttore di neutro	8	
Protezione da contatti diretti	Errore.	II
segnalibro non è definito.		
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	11	
<i>Impianto Fotovoltaico con Accumulo Municipio</i>	11	
Scheda tecnica dell'impianto	11	
Sistema di accumulo esterno	11	
Energia prodotta	13	
Consumo	13	
Bilancio energetico – Autarchia e Autoconsumo	14	
DIMENSIONAMENTO GENERATORE FOTOVOLTAICO <i>Municipio Sud-Ovest</i>	16	
Scheda tecnica	16	
Verifiche elettriche MPPT 1	17	
Verifiche elettriche MPPT 2	17	
Schema elettrico e caratteristiche tecniche dei componenti	18	
Quadri elettrici	19	
Sistema di protezione di interfaccia	19	
Cavi	20	
Posizionamento dei moduli	20	
Impianto di messa a terra	21	
Protezioni e cablaggio elettrico sistema di accumulo	22	
Protezioni e cablaggio elettrico della stazione di ricarica per veicoli elettrici	23	
NORMATIVA	24	
Leggi e decreti	24	
Norme Tecniche	24	
SCHEDE TECNICHE MODULI	25	
SCHEDE TECNICHE INVERTER	26	
SCHEDE TECNICHE SISTEMA DI ACCUMULO	27	
INDICE	28	

IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON SISTEMA DI ACCUMULO

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

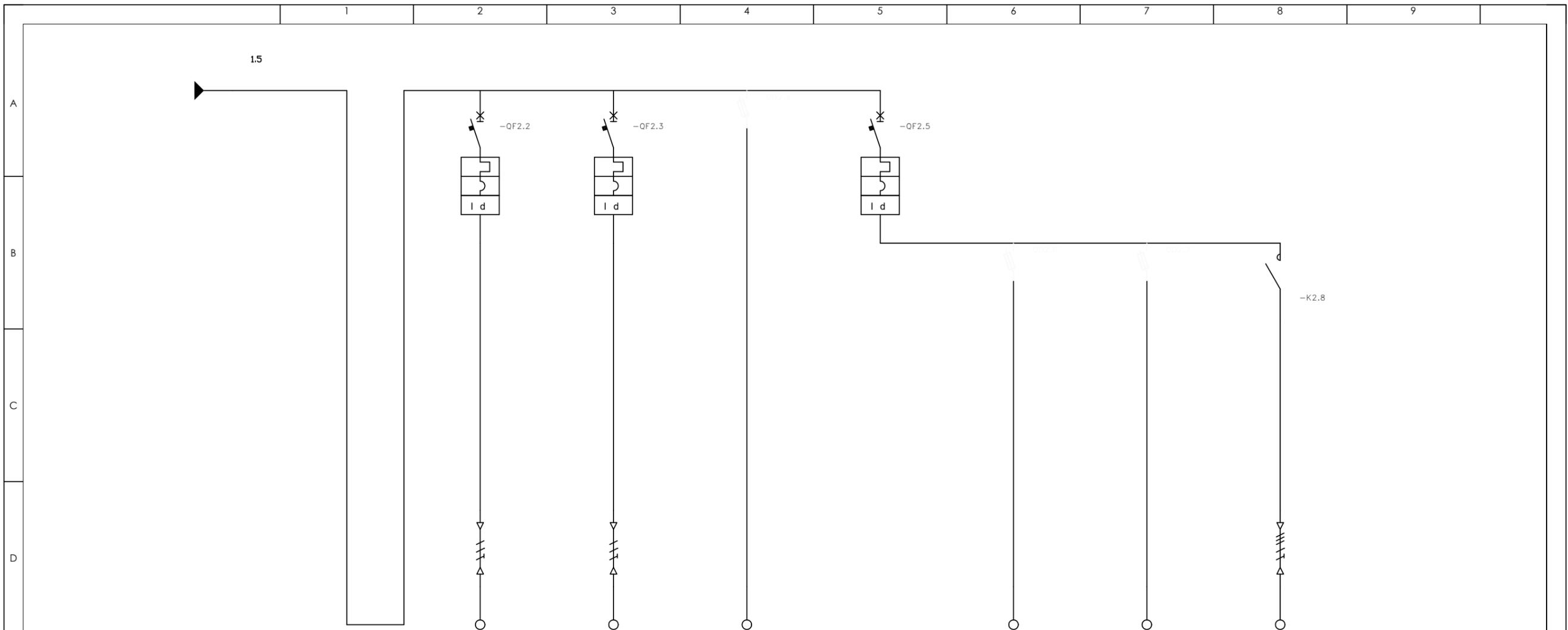


	RIEPILOGO POTENZE NOMINALI
MODULI FV	7700 W (275W x 28 Moduli FV)
INVERTER AC/DC	8500 W (nominale)
GENERATORE FV	7700 W =min (7700 W; 8500 W)
SdA AC	5000 W
POTENZA ATTIVA	12700 W = 7700 W + 5000 W
POT IMMISSIONE	7700 W

	Inverter
	Stringa
	Misuratore
	Interruttore di manovra sezionatore fusibile
	SPD
	Interruttore di manovra sezionatore
	MPPT
	Interruttore magnetotermico
	Contattore
	Sistema di protezione di interfaccia
	Interruttore magnetotermico differenziale

DG: Dispositivo Generale
 DDI: Dispositivo di interfaccia
 DDG: Dispositivo del Generatore

Rev. r1	07/10/2019	Data:	
Rev. r2		Disegn.:	
Rev. r3		Progettista:	ING. LUCA MARONGIU
REVISIONI		Visita:	
			Firma
			Data:
Clienti:		COMUNE DI SARDARA	
Progetto:		CIG	
File disegno:		Pagina:	
Matricola:		Pagina succ.:	
		Pagine Tot.:	
		7	

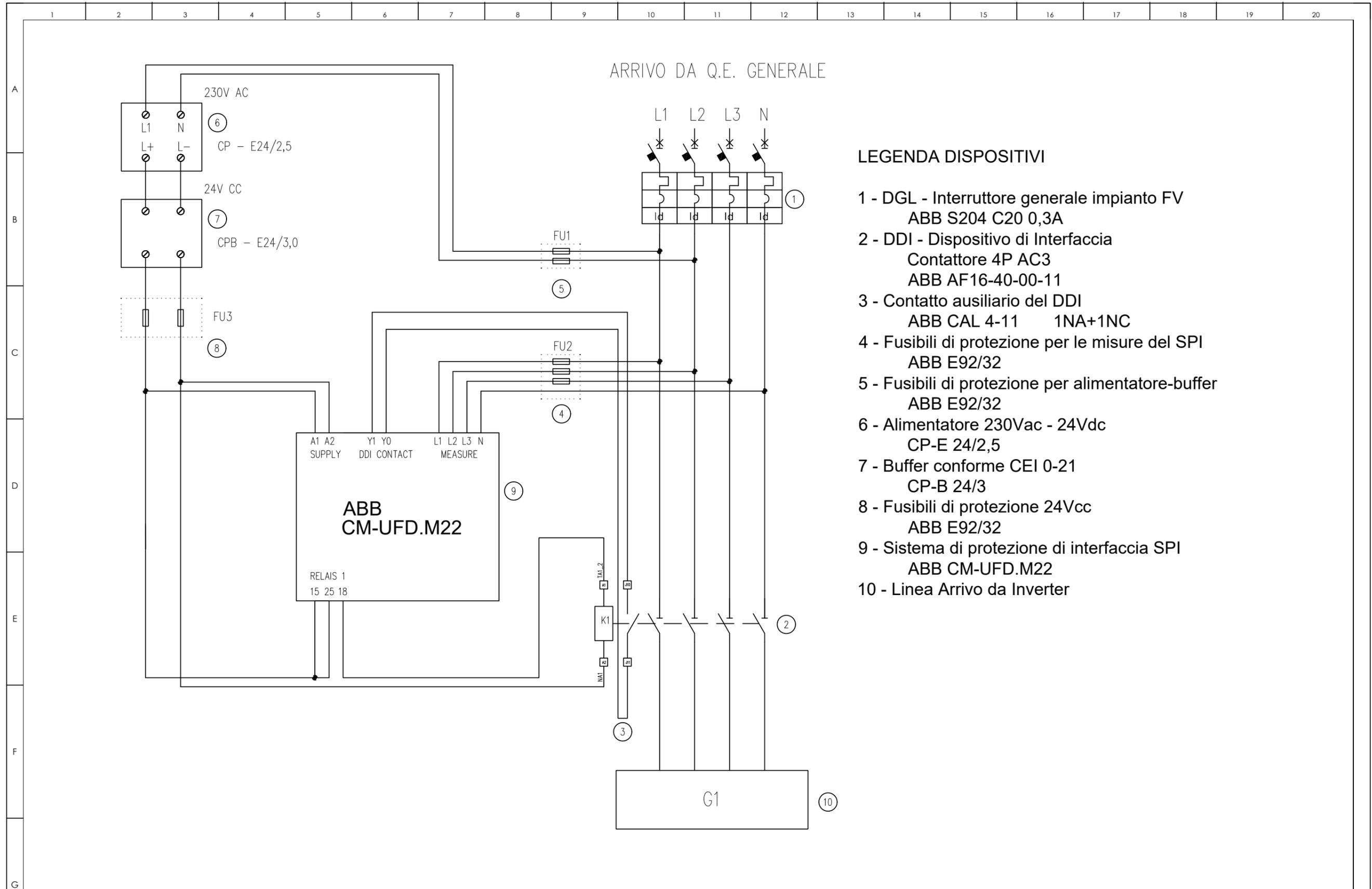


Utenza	Descrizione		
	Tensione [V]	dU	%
	Potenza attiva [kW]	Fattore util.	%
Comandi / Protezioni	In [A]	Cosphi	
	Produttore		
	Interruttore / Sezionatore / Fusibile		
	Poli	In [A]	
	Ith [A]	Idn [A]	
	Im [A]	Icu/Icn [kA]	
	Fusibile	Taglia [A]	
	Contattore	In [A]	
	Contattore	In [A]	
	Relè termico	Settaggio [A]	
Linea di potenza	Tipo di cavo		
	Formazione		
	Lunghezza [m]	Iz [A]	
	IB L1 [A]	Num. di Posa	
	IB L2 [A]	dU	%
	IB L3 [A]	Ib min [kA]	
	IB N [A]	Ib max [kA]	

	ACCUMULO		GATEWAY E AUX		PROTEZIONE METER		FOTOVOLTAICO		ALIMENTATORE + BUFFER		PROTEZIONE SPI		FOTOVOLTAICO	
	231	0.35	231	0.08	400	0.16			400	0.16	400	0.16	400	0.21
	5.00	100	0.21	100	0.06	100			0.62	100	0.62	100	7.70	100
	24.1	0.90	1.0	0.90	0.1	0.90			1.0	0.90	1.0	0.90	12.3	0.90
	ABB		ABB				ABB						ABB	
	DS202 A-C32/0,03		DS201 L C16/0,03-AC				S204L-C20 DDA204 A-25/0,3							
	2P	32	1P+N	16			4P	20						
	32.0	0.030	16.0	0.030			20.0	0.300						
	320.0	6.0	160.0	4.5			200.0	6.0						
	Cu-EPR/XLPE		Cu-EPR/XLPE										Cu-EPR/XLPE	
	3G6		3G2.5										5G6	
	3	51.0	3	30.0									3	44.0
	24.1	4A		4A			14.3						12.3	4A
		0.19	1.0	0.02			14.3						12.3	0.05
		0.02		0.02			14.3						12.3	0.02
	24.1	5.22	1.0	5.22			0.0						0.0	8.97

(*) L'interruttore è coordinato (Selettività) con altri interruttori
 (***) L'interruttore è coordinato (Back-Up) con altri interruttori
 (†) Importanti informazioni da verificare nel Report di selettività

Rev. n°1	07/10/2019		Data:		Descrizione IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON ACCUMULO SCHEMI ELETTRICI UNIFILARI QUADRI ELETTRICI QUADRO FOTOVOLTAICO CA	Cliente:	COMUNE DI SARDARA	N° DISEGNO:	1
Rev. n°2			Disegn.:			Progetto:	CIG	Pagina:	4
Rev. n°3			Progettista:	ING. LUCA MARONGIU		File disegno:		Pagina succ.:	5
REVISIONI	Data:	Firme	Visto:		Matricola:		Pagine Tot.:	7	



LEGENDA DISPOSITIVI

- 1 - DGL - Interruttore generale impianto FV
ABB S204 C20 0,3A
- 2 - DDI - Dispositivo di Interfaccia
Contattore 4P AC3
ABB AF16-40-00-11
- 3 - Contatto ausiliario del DDI
ABB CAL 4-11 1NA+1NC
- 4 - Fusibili di protezione per le misure del SPI
ABB E92/32
- 5 - Fusibili di protezione per alimentatore-buffer
ABB E92/32
- 6 - Alimentatore 230Vac - 24Vdc
CP-E 24/2,5
- 7 - Buffer conforme CEI 0-21
CP-B 24/3
- 8 - Fusibili di protezione 24Vcc
ABB E92/32
- 9 - Sistema di protezione di interfaccia SPI
ABB CM-UFD.M22
- 10 - Linea Arrivo da Inverter

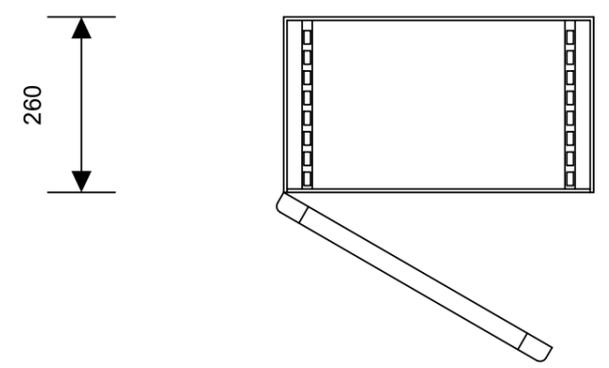
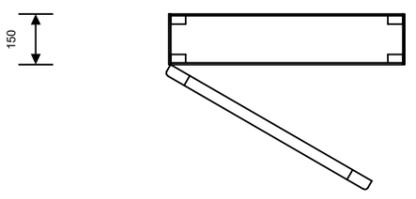
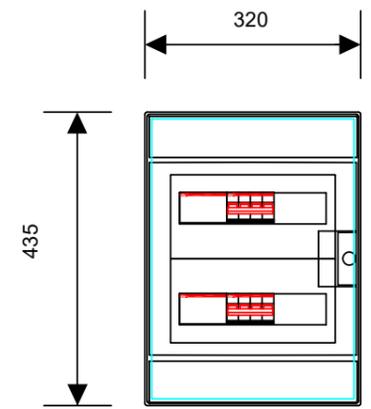
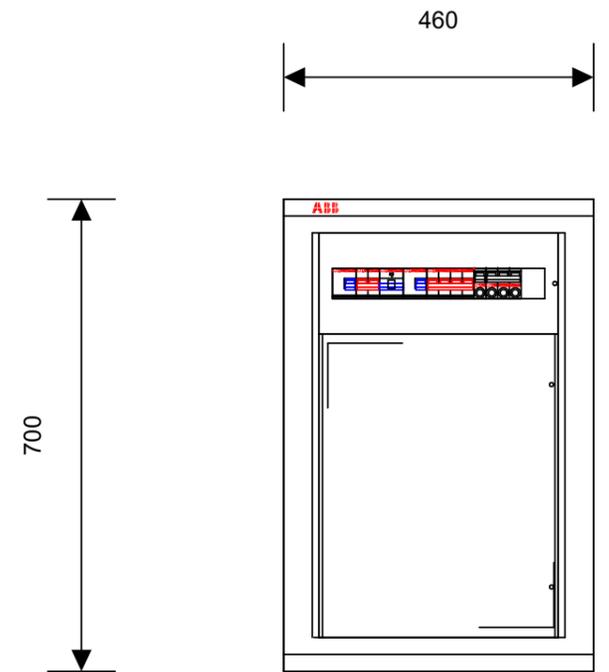
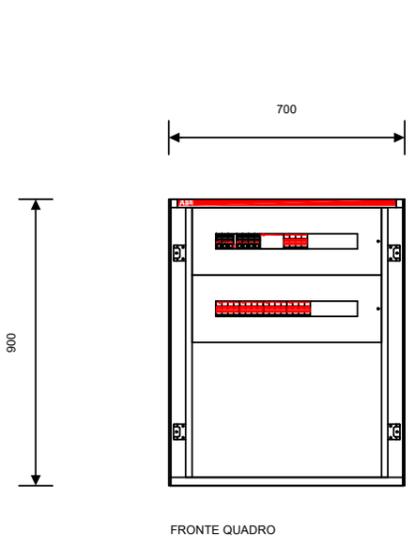
Rev. n°1	07/10/2019		Data:		Descrizione IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON ACCUMULO SCHEMI ELETTRICI UNIFILARI QUADRI ELETTRICI SCHEMA ELETTRICO MULTIFILARE SISTEMA DI PROTEZIONE DI INTERFACCIA	Cliente:	COMUNE DI SARDARA	N° DISEGNO:				
Rev. n°2			Disegn.:			Progetto:	CIG					
Rev. n°3			Progettista:	ING. LUCA MARONGIU		File disegno:		Pagina:	5	Pagina succ.:	6	Pagine Tot.:
REVISIONI	Data:	Firme	Visto:			Matricola:						

Nome del quadro	QUADRO ELETTRICO GENERALE
Famiglia	ArTu M
Indice di protezione IP	65
Icw max [kA]	0.0
Forma di segregazione	1
Ue [V]	690.0
Dimensioni totali (HxLxP) [mm]	900x700x150

Nome del quadro	QUADRO FOTOVOLTAICO CA
Famiglia	Gemini
Indice di protezione IP	66
Icw max [kA]	0.0
Forma di segregazione	1
Ue [V]	690.0
Dimensioni totali (HxLxP) [mm]	700x460x260

Nome del quadro	QUADRO FOTOVOLTAICO CC
Famiglia	Mistral
Indice di protezione IP	65
Icw max [kA]	0.0
Forma di segregazione	1
Ue [V]	690.0
Dimensioni totali (HxLxP) [mm]	435x320x155

A
B
C
D
E
F
G



Rev. n°1	07/10/2019		Data:		Descrizione IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON ACCUMULO SCHEMI ELETTRICI UNIFILARI QUADRI ELETTRICI CARPENTERIA QUADRI ELETTRICI	Cliente:	COMUNE DI SARDARA	N° DISEGNO:			
Rev. n°2			Disegn.:			Progetto:	CIG				
Rev. n°3			Progettista:	ING. LUCA MARONGIU		File disegno:		Pagina:	7	Pagina succ.:	Pagine Tot.:
REVISIONI	Data:	Firme	Visto:			Matricola:					