



Regione Sicilia

Comune di Vizzini (CT)



Progetto per la realizzazione di un Impianto Agrovoltaico della potenza di 150 MW e relative opere connesse nel Comune di Vizzini (CT), C.da Santa Domenica

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Proponente:

1-4-9 Invest Sicily P4 Dev S.r.l.

Vicolo Gumer, 9 - 39100 Bolzano

C.F. e P.Iva: 03122340213 - Numero REA: BZ-233961

pec: 1_4_9investsicilyp4dev@legalmail.it

Tel: +39 0471 067150



1-4-9 Invest Sicily P4 Dev S.r.l.

Progettazione:

Verde Ambiente Sicilia s.r.l.s.

90123 Palermo, via Serraglio Vecchio n. 28

C.F./P.IVA n. 06775290825

email: verdeambientesicilia@gmail.com - PEC: verdeambientesicilia@pec.it



Consulenti:



Titolo: **Relazione elettrica e calcoli preliminari**

Tavola:

CODICE identificativo : RS06REL0002A0

PROG_37

INDICE

INDICE	2
1.PREMESSA	3
2.DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO.....	5
3.DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA	9
3.1. Riferimenti al Codice di regolazione Terna (A.68)	9
3.2. Bilanciamento potenza ed energia impianto PV.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.Caratteristiche tecniche dei componenti	10
4.1. Strutture di sostegno	11
4.2. Moduli fotovoltaici e principio di Funzionamento.....	11
4.3. String box	14
4.4. Stazione di conversione.....	14
<i>4.4.1. Inverter.....</i>	<i>16</i>
<i>4.4.2. Quadro di parallelo BT</i>	<i>18</i>
<i>4.4.3. Quadri servizi ausiliari</i>	<i>18</i>
<i>4.4.4. Trasformatore BT/MT.....</i>	<i>18</i>
<i>4.4.5. Quadri MT e BT</i>	<i>20</i>
<i>4.4.6. Cabina generale di impianto (Stazione Utente di trasformazione AT/MT)</i>	<i>21</i>
<i>4.4.7. Ausiliari</i>	<i>23</i>
<i>4.4.8. Impianto di terra.....</i>	<i>24</i>
5.Connessione alla RTN.....	24
5.1. Calcolo dei guasti	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.2. Valori delle correnti per il dimensionamento delle condutture elettriche	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3. Dati tecnici del cavo utilizzato	Errore. Il segnalibro non è definito.
6.Caratteristiche dei cavi utilizzati.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
7.Allegati.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

1. PREMESSA

Il progetto di cui fa parte integrante la presente relazione è finalizzato alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico con una potenza in immissione pari a 150 MWp, nel territorio del Comune di Vizzini (CT) in contrada Santa Domenica.

L'impianto è composto da 26 sottocampi con potenza installata totale di 182,62 MWp. Ciascuno sottocampo fa capo ad un inverter centralizzato (modulare) con trasformatore di potenza lato AC fino a 7,2 MW con tensione d'uscita pari a 30 kV.

La superficie complessivamente occupata dall'impianto è pari a circa 322,45 ettari.

I sottocampi saranno convogliati alla sezione MT della sottostazione posta in posizione nord ovest rispetto all'interno impianto. L'energia prodotta verrà convogliata alla stazione RTN "Vizzini" (SE) attraverso un cavidotto interrato in AT a 150 KV.

Il tutto in conformità alla STMG cod.id. 201900521 del 21/10/2020 ed agli atti successivi.

Nella redazione del progetto si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 61936-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a, prescrizioni comuni;
- CEI EN 50522: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per i dispositivi fotovoltaici di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento;
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 60445: Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

- CEI EN 60099: Scaricatori
- 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
- CEI 81-10/1/2/3/4: Protezione contro i fulmini;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- IEC 60364-7-712: Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- D. Lgs. 81/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- DM 37/2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica e collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione
- IEC 61727: Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface;
- CEI EN 61215-1: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN 61215-2: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- Allegato A alla deliberazione ARG/elt99/08 valido per le richieste di connessione presentate a partire dall'1 gennaio 2011 –Versione integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt79/08, ARG/elt205/08, ARG/elt130/09, ARG/elt125/10, ARG/elt51/11, ARG/elt148/11, ARG/elt187/11, 226/2012/R/eel, 328/2012/R/eel, 578/2013/R/eel, 574/2014/R/eel, 400/2015/R/eel, 558/2015/R/eel, 424/2016/R /eel, 581/2017/R/eel, 564/2018/R/eel, 592/2018/R/eel Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessioni di terzi degli impianti di produzione (testo integrato delle connessioni attive – TICA).
- Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete - TERNA

Termini e definizioni

- Cella fotovoltaica: dispositivo fotovoltaico fondamentale che provvede alla generazione di energia elettrica se esposto alla radiazione solare;
- Modulo fotovoltaico: insieme di celle fotovoltaiche interconnesse fra loro e assemblate in supporti idonei dalle case produttrici, protette dall'ambiente circostante attraverso opportuni involucri. Il modulo fotovoltaico, con le sue caratteristiche elettriche (tensione e corrente nominali), costituisce l'unità elementare per la progettazione elettrica dell'impianto fotovoltaico.
- Stringa fotovoltaica: insieme di moduli fotovoltaici collegati in serie per raggiungere la tensione di uscita desiderata;
- Generatore FV: insieme di stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo per raggiungere la potenza desiderata;
- Impianto fotovoltaico: impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in energia elettrica (effetto fotovoltaico); pertanto, esso rientra nella categoria degli impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili (cioè la cui produzione di energia elettrica risulta aleatoria ed in funzione del regime meteorologico istantaneo. L'impianto è essenzialmente costituito dal generatore fotovoltaico, dal gruppo di conversione e dal sistema di interfacciamento alla rete elettrica di distribuzione;
- Inverter: dispositivo che provvede alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dal generatore fotovoltaico da corrente continua a corrente alternata;
- Interfaccia di rete: dispositivo che provvede all'interfacciamento dell'impianto fotovoltaico all'impianto elettrico dell'utilizzatore e, quindi, alla rete elettrica locale;
- Potenza di picco Wp: potenza generata da un dispositivo fotovoltaico (modulo, stringa o generatore) misurata ai morsetti in corrente continua e rimostrata alle condizioni di prova standard (abbr. STC) che risultano le seguenti: Air Mass = 1.5, irraggiamento solare sul piano dei moduli pari a 1 kW/m², temperatura di lavoro della cella fotovoltaica pari a 25°C;
- Gestore della rete: è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica ai clienti utilizzatori (es. AEM, ENEL, TERNA);
- Cliente utilizzatore: è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura di energia elettrica.

2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto nel suo complesso sarà costituito delle seguenti componenti:

- Un collegamento elettrico dell'impianto agrovoltaiico alla rete di trasmissione di alta tensione (RTN), che avverrà tramite uno stallo dedicato presso la Stazione Elettrica (SE) di futura realizzazione denominata "Vizzini";
- Una sottostazione consegna utente (SSE AT/AT) sita nelle vicinanze della SE. La SSE verrà collegata al sistema di sbarre generale AT della SE attraverso una linea in cavo AT interrato a tensione pari a 150 kV, di lunghezza pari a circa 300 m;
- Una terna AT in cavo interrato, a tensione pari a 150 kV, di lunghezza pari a circa 5 km, che collega il sistema di sbarre generale AT della sottostazione consegna utente al sistema di sbarre della sottostazione utente, il cui tracciato è evidenziato nella tavola di progetto denominata "Layout generale dell'impianto su CTR";
- Una sottostazione utente di trasformazione AT/MT 150/30 kV, composta da una protezione generale e da un sistema di sbarre a 150 kV alle quali collegare in parallelo, attraverso 3 stalli in AT, altrettanti trasformatori AT/MT 50 MVA e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento;
- Tre linee interrate, all'interno della sottostazione, per il collegamento dei quadri MT agli stalli AT/MT 150/30 kV;
- Tre scomparti di cabina dedicati ai quadri MT, posti all'interno della SSE a ciascuno dei quali confluiranno tre linee MT che collegheranno in entra-esce (configurazione radiale) i diversi sottocampi, come meglio dettagliato nei successivi capitoli;
- 26 sottocampi, ciascuno con le seguenti componenti principali:
 - Una stazione di conversione preposta alla conversione dell'energia elettrica, prodotta dai moduli, da corrente continua a corrente alternata e ad elevare la tensione da bassa tensione a media tensione; le cabine di conversione avranno configurazioni uguali in termini di inverter e potenza del trasformatore BT/MT. Come accennato, tali cabine saranno collegate tra loro in entra-esce in numero variabile così da realizzare più rami in configurazione radiale. Ciascun ramo trasporterà una potenza compresa tra 14 MW e 21,28 MW e convergerà al quadro MT a 30 kV installato all'interno della stazione di conversione MT/AT;
 - Gli String Box che raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie, convogliando l'energia prodotta dai moduli verso le PS;
 - I moduli fotovoltaici installati su strutture metalliche di sostegno.

L'impianto è completato da:

- Tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- Opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione,

telecontrollo.

L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e da un sistema di accumulo ad esso connesso (sola predisposizione).

Il generatore fotovoltaico avrà una potenza nominale complessiva pari a **182.619,36 kWp**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore sarà composto complessivamente da 276696 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino bifacciali di potenza nominale paria 660 Wp, collegati in serie, in un numero di 21, tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, la cui corrente vengono raccolte da inverter modulari centralizzati.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso le Power Station, giungendo così in ingresso agli inverter, i quali prevedono già a bordo macchina il sezionamento e la protezione dalle sovratensioni e dalle correnti di ricircolo.

Nella seguente tabella si riporta la composizione dei 26 sottocampi e la linea MT di riferimento:

Sottocampi	Potenza kW	Potenza Pannello kW	n. Pannelli x Sottocampo	n. Pannelli x Stringa	n. Stringhe x Sottocampo
1	7151,76	0,660	10836	21	516
2	7151,76	0,660	10836	21	516
3	7151,76	0,660	10836	21	516
4	7151,76	0,660	10836	21	516
5	7096,32	0,660	10752	21	512
6	6486,48	0,660	9828	21	468
7	7096,32	0,660	10752	21	512
8	7151,76	0,660	10836	21	516
9	7096,32	0,660	10752	21	512
10	7096,32	0,660	10752	21	512
11	6763,68	0,660	10248	21	488
12	7151,76	0,660	10836	21	516
13	7151,76	0,660	10836	21	516
14	7040,88	0,660	10668	21	508
15	7207,2	0,660	10920	21	520
16	7207,2	0,660	10920	21	520
17	7151,76	0,660	10836	21	516
18	7151,76	0,660	10836	21	516
19	7040,88	0,660	10668	21	508
20	7151,76	0,660	10836	21	516
21	7040,88	0,660	10668	21	508
22	7096,32	0,660	10752	21	512
23	6930	0,660	10500	21	500
24	7040,88	0,660	10668	21	508
25	7096,32	0,660	10752	21	512
26	5765,76	0,660	8736	21	416

Tabella 1 Dettaglio composizione sottocampi

La superficie complessiva captante dell'impianto è pari a mq. 1.724.770.

3. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

3.1. Riferimenti al Codice di regolazione Terna (A.68)

Il generatore Agrovoltaiico è collegato alla rete attraverso la nuova stazione di selezione elettrica TERNA (SE) denominata "STAZIONE RTN VIZZINI" per mezzo di una cabina primaria del produttore posizionata all'interno dell'impianto fotovoltaico, transitando per una sottostazione utente di consegna, in conformità con la STMG e con il codice di regolamentazione TERNA e dunque conformemente al codice di regolamentazione TERNA come da allegato A.68.

Ciò significa che l'impianto fotovoltaico deve disporre di un sistema PPC (Power Plant Controller) in grado di riconoscere i comandi e i segnali forniti da TERNA per stabilizzare la rete, nonché un controller inverter in grado di modificare in modo flessibile e continuo in corrente alternata potenza attiva e reattiva.

Disaccoppiamento della protezione

- Monitoraggio della griglia: l'inverter fotovoltaico monitora la rete di energia pubblica per rilevare eventuali violazioni dei limiti di frequenza e tensione di rete regolabili. Se i limiti vengono violati per un tempo regolabile, l'inverter si disconnette dalla rete.
- Monitoraggio della frequenza: l'inverter fotovoltaico controlla la frequenza di rete durante il funzionamento. Se una determinata gamma di frequenza viene superata o ridotta, si può presumere un errore di rete e l'inverter fotovoltaico deve spegnersi. Sono disponibili fino a sei limiti parametrizzabili sia per la frequenza eccessiva che per la frequenza insufficiente per l'arresto al di fuori della gamma di frequenza consentita.
- Monitoraggio della tensione: l'inverter fotovoltaico controlla la tensione di rete durante il funzionamento. Se un determinato intervallo di tensione viene superato o non raggiunto, si può presumere un errore di rete e l'inverter fotovoltaico deve essere spento. Sono disponibili fino a due limiti parametrizzabili per l'arresto al di fuori dell'intervallo di tensione consentito, sia per sovratensione che per sottotensione.
- Riduzione di potenza in funzione della temperatura: esistono due temperature che riducono la potenza delle APU. La temperatura del trasformatore e la temperatura ambiente. Innanzitutto, la potenza è influenzata dalla temperatura del trasformatore e successivamente dalla temperatura ambiente.
- Condizioni di connessione: in caso di guasto alla rete, è necessario impedire il collegamento dell'inverter FV. A tale scopo, l'inverter fotovoltaico monitora la rete in termini di frequenza e tensione e si accende se la rete rientra in un intervallo parametrizzabile.

In particolare, dal punto di vista gestionale l'inverter deve essere configurato in modo da soddisfare i seguenti criteri di progettazione:

- Supportare una potenza di ingresso DC superiore alla massima potenza di uscita AC (sovradimensionare la parte DC dell'impianto rispetto a quella AC)
- Operare con $\cos \varphi$ pari a 0,900
- Fornire al massimo una potenza capacitiva pari al 35% della massima potenza nominale
- Fornire al massimo una potenza induttiva pari al 30% della massima potenza nominale
- Avere una riserva di potenza reattiva per compensare gli squilibri causati dai carichi dell'impianto (cavi e trafo); in base ai criteri di cui sopra, è necessario applicare all'impianto le seguenti impostazioni / configurazioni dell'inverter:

Allegato A.68 Analisi	Valore	Unità
Potenza nominale del campo fotovoltaico [n° moduli x potenza di picco]	182619,36	MW _p
Inverter AC power (MAX)	7,2	MVA
N° di inverter	Da 16 a 20	
Potenza complessiva lato AC [N Inverter x Potenza Massima AC]	150	MVA
Cos φ	0,9090	
Φ (arccos)	0,4299	Rad
Sen φ	0,4168	
Potenza nominale Trasformatore MT/AT	150	MVA
Potenza reattiva induttiva A68 [0,30 x Pnd]	39,92	MVAr
Potenza reattiva capacitiva A68 [0,35 x Pnd]	46,58	MVAr
Potenza reattiva disponibile	55,46	MVAr
Potenza reattiva max di rifasamento	15,54	MVAr

Tabella 3 Impostazioni inverter

3.Caratteristiche tecniche dei componenti

Di seguito verranno illustrate le caratteristiche principali dei componenti procedendo dalla parte in DC verso la RTN.

Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le componenti dello stesso, dovranno 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 VVF;
- alle prescrizioni ed indicazioni delle Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1° marzo 1968 e ribadito dalla Legge n. 46 del 5 marzo 1990. Rimane tuttora valido, sotto il profilo generale, quanto prescritto dal DPR 547/55 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" e le successive 626 e 494/96 con relativi aggiornamenti e circolari di riferimento.

3.2. Strutture di sostegno

Le strutture di sostegno saranno in acciaio zincato così da garantire una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione. Le stesse saranno ancorate al terreno mediante pali infissi e/o trivellati.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria.

La struttura alloggerà due file distinte di pannelli delle dimensioni di 1,303 x 2,384 metri ciascuno mentre i profili di supporto avranno dimensioni fuori tutto pari a 4,783 x 54,726 metri. La spaziatura delle unità di supporto (in posizione orizzontale) e la relativa altezza del punto inferiore dal terreno sono rispettivamente pari a 5,217 m e a 0,55 m. Si riportano nel dettaglio i prospetti laterale e frontale. L'angolo di rotazione del sistema di supporto variabile arriva sino a 70°.

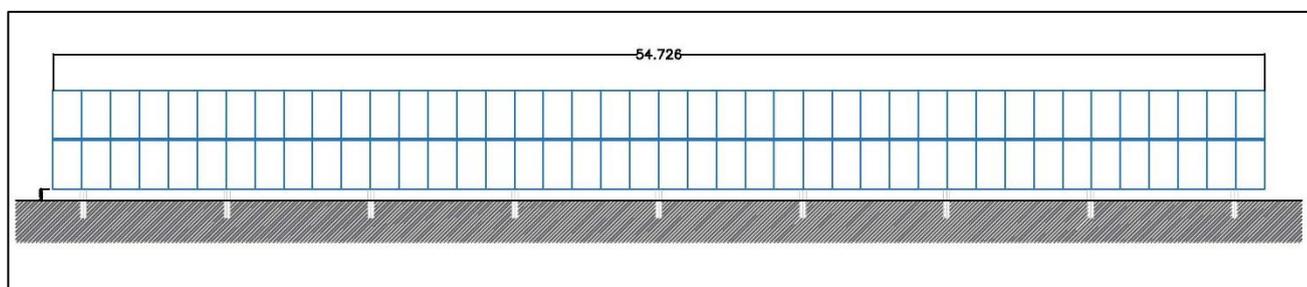


Figura 1 Prospetto frontale tracker

L'ancoraggio al terreno mediante pali infissi, o eventualmente alloggiati mediante trivellazione, vedrà una profondità congrua atta a garantirne la sicurezza. Le strutture di sostegno saranno realizzate in acciaio sintetizzando alle necessità strutturali anche un adeguato coating protettivo.

3.3. Moduli fotovoltaici e principio di Funzionamento

Il numero elevato di moduli fotovoltaici da installare per il raggiungimento della potenza nominale, pari a 276696 moduli, non consente di concentrarli in un'unica area; pertanto la potenza nominale è raggiunta raggruppando diverse sezioni di impianto dislocate in aree limitrofe.

In un impianto Agrovoltaico la produzione di energia elettrica è affidata alla cella fotovoltaica, elemento base costituente l'impianto, la quale sfruttando l'effetto fotovoltaico (fenomeno tipico dei materiali semiconduttori sottoposti a effetto fotoelettrico), produce energia elettrica trasformandola a partire dalla radiazione solare incidente. In sintesi, si ottiene energia elettrica grazie alla differenza di potenziale che si crea al passaggio di un elettrone da una banda di valenza a quella di conduzione a causa dell'assorbimento di un fotone.

Nei moduli fotovoltaici, quest'effetto è ottenuto mediante l'eccitazione degli elettroni di un materiale cristallino, in generale silicio, tramite assorbimento della radiazione solare. Si produce quindi una differenza di potenziale che viene sfruttata per produrre corrente. Questo effetto è descritto

adeguatamente dall'equazione del diodo ideale di Shockley.

Si riporta di seguito la caratteristica tensione-corrente di una cella fotovoltaica.

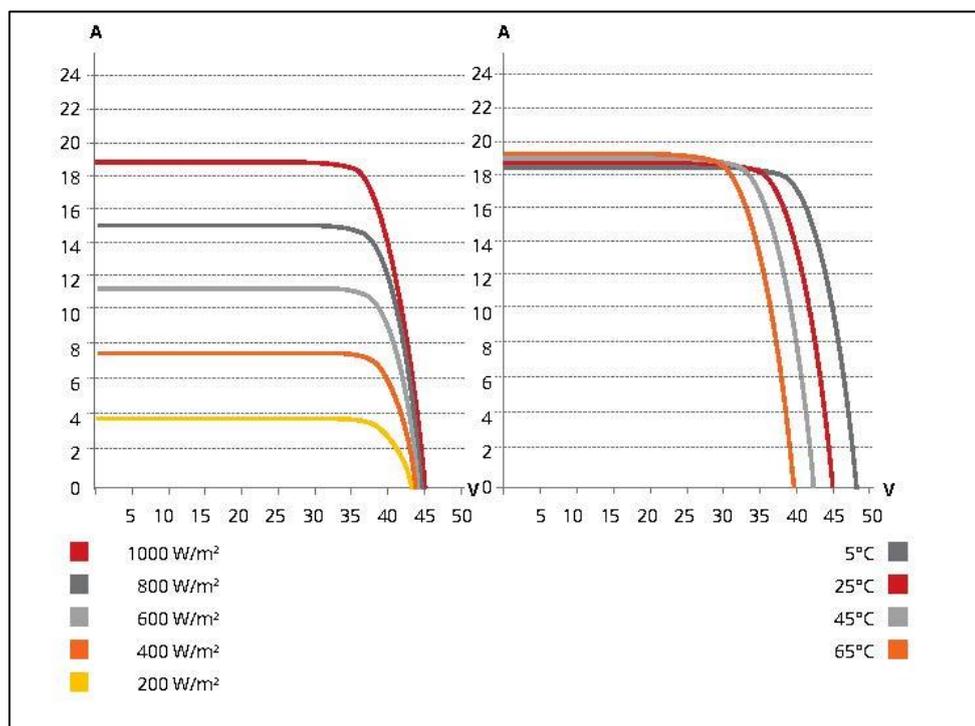
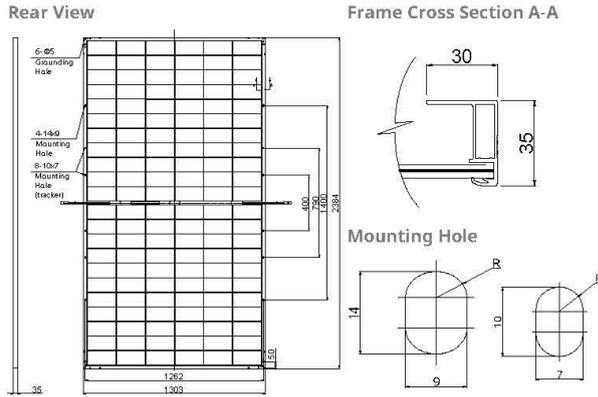


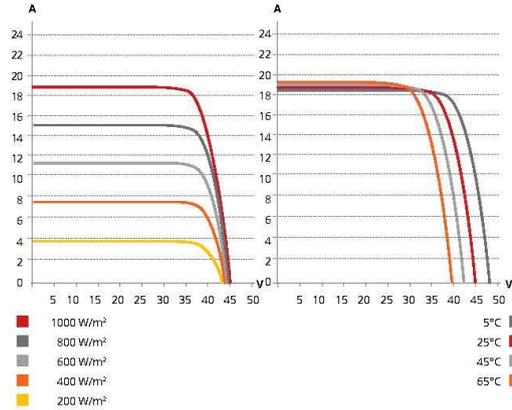
Figura 3 Caratteristica tensione-corrente

Dall'esame della curva, si nota immediatamente come esista un valore di tensione che determina un cedimento della corrente e quindi della tensione, questo effetto, noto come tensione di breakdown è determinato da due effetti chiamati effetto tunnel e moltiplicazione a valanga, la trattazione di questi due argomenti tuttavia esula dallo scopo del presente elaborato. Questo effetto però è di estrema rilevanza nella pratica perché determina un grosso limite nell'ottimizzazione della massima potenza estraibile da una cella fotovoltaica. Al fine di gestire tale fenomeno sono stati progettati dei controllori che determinano un'azione tesa alla massima estrazione di potenza e condotta da parte degli inverter. Dopo opportune valutazioni di carattere tecnico – economico, finalizzate a ottenere la miglior performance senza un eccessivo impiego di risorse economiche, è stato individuato il pannello fotovoltaico bifacciale in Silicio monocristallino a 132 celle, della taglia di 660 Wp.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency	
CS7N-635MB-AG		635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%	
	Bifacial Gain**	5%	667 W	37.3 V	17.89 A	44.4 V	19.18 A	21.5%
		10%	699 W	37.3 V	18.74 A	44.4 V	20.10 A	22.5%
CS7N-640MB-AG		640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%	
	Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	19.23 A	21.6%
		10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	20.14 A	22.7%
CS7N-645MB-AG		645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%	
	Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	19.27 A	21.8%
		10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	20.19 A	22.9%
CS7N-650MB-AG		650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%	
	Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	19.31 A	22.0%
		10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	20.23 A	23.0%
CS7N-655MB-AG		655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%	
	Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	19.35 A	22.1%
		10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	20.27 A	23.2%
CS7N-660MB-AG		660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%	
	Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	19.39 A	22.3%
		10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	20.32 A	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	22.16 A	25.5%	

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
 ** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-635MB-AG	476 W	35.0 V	13.61 A	42.0 V	14.73 A
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A
CS7N-660MB-AG	495 W	35.9 V	13.79 A	42.9 V	14.89 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	37.9 kg (83.6 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length*
Connector	T4 series or MC4-EVO2
Per Pallet	31 pieces
Per Container (40' HQ)	527 pieces or 465 pieces (only for US)

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = Pmax_{rear} / Pmax_{front}, both Pmax_{rear} and Pmax_{front} are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
 Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.
 199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

July 2021. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V1.7_EN

3.4. String box

In un grande campo fotovoltaico, più moduli solari sono collegati in serie in una stringa per aumentare la tensione fino a livelli adeguati per l'inverter. Più stringhe di moduli solari vengono quindi combinate insieme in parallelo per moltiplicare le correnti di uscita delle stringhe a livelli più alti per l'ingresso nell'inverter.

La String Combiner Box è un dispositivo che combina l'uscita di più stringhe di moduli fotovoltaici per il collegamento all'inverter. All'interno sono installati i gruppi di fusibili per la protezione da sovracorrente su ciascuno ingresso. All'interno sono cablati anche altri componenti quali:

- Sezionatori DC;
- Dispositivi di protezione da sovratensioni;
- Sistema per il monitoraggio ed interfaccia di comunicazione verso gli inverter.

3.5. Stazione di conversione

L'elemento centrale di ciascun sottocampo è la stazione di conversione MT, che comprende il quadro, il trasformatore e l'inverter.

Le stazioni di conversione (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

L'energia prodotta dai moduli viene convertita dagli inverter fotovoltaici da DC a AC trifase successivamente innalzata alla tensione di 30 kV in media tensione ed infine innalzata alla tensione di 150 kV in AT prima di essere immessa in rete.

L'alloggiamento esterno consente l'installazione di queste unità in impianti fotovoltaici senza ulteriori sistemi di contenimento.

Gli inverter possono funzionare con tensioni di ingresso DC fino a 1.500 V. Il trasformatore, appositamente ottimizzato per il funzionamento con inverter FV, garantisce un collegamento affidabile ed efficiente alla rete di media tensione.

La stazione inverter MT è una comoda soluzione "plug and play" utile per impianti fotovoltaici particolarmente grandi.

La stazione è costituita da tre componenti ad alte prestazioni:

Inverter centrale

- Tensione di ingresso DC 1.000 o 1.500 V
- Configurazione modulare fino a 7,2 MW (max 24 inverter da 300 kW)
- Adatto a condizioni ambientali estreme, con un innovativo sistema di raffreddamento

- Trasformatore di media tensione
- Design robusto che resiste al caldo e alle condizioni meteorologiche avverse
- Affidabile, ecologico ed efficiente
- Quadri MT per configurazione entra-esce (RMU)
- Quadro isolato con gas 8DJH
- A prova di arco
- Esente da manutenzione e adatto a qualsiasi clima

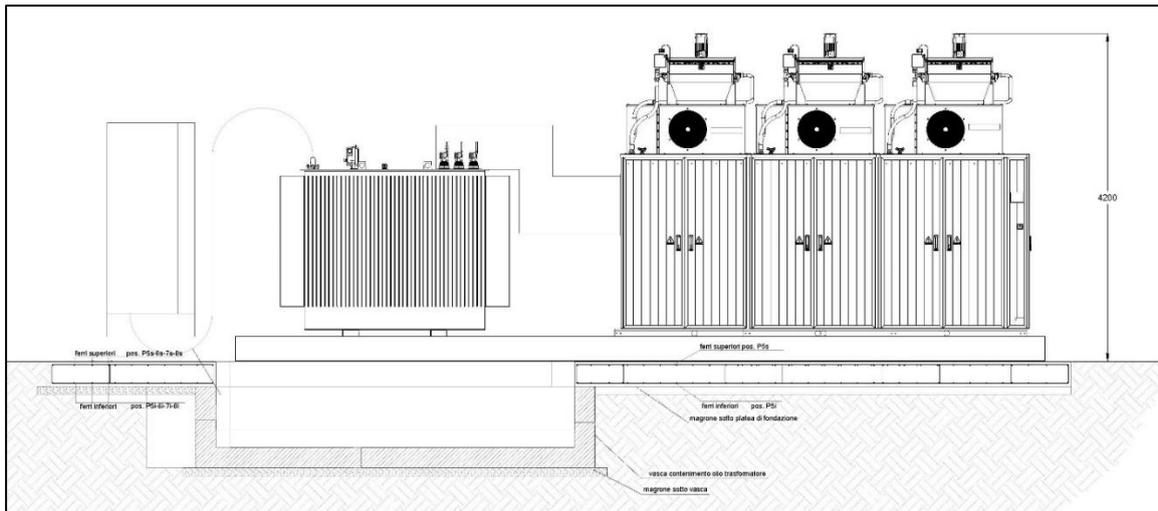


Figura 6 Sezione Stazione di Conversione

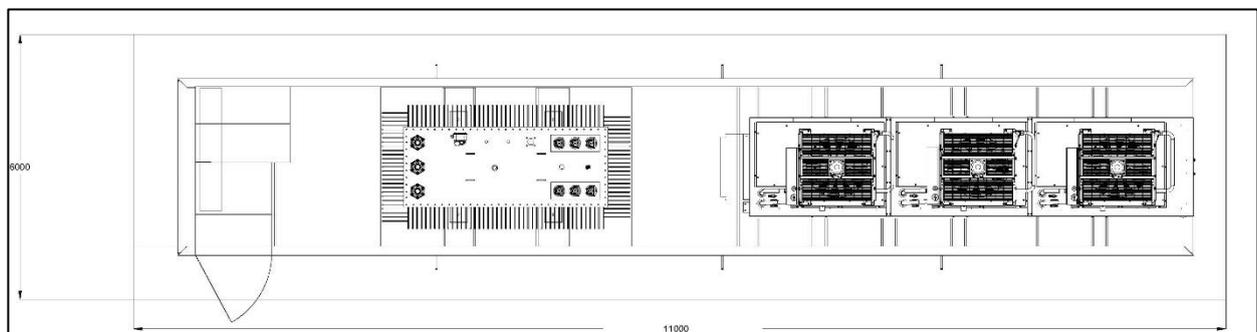


Figura 7 Planimetria Stazione di Conversione

Ciascuna cabina di conversione conterrà al suo interno da 16 a 20 inverter in corrente continua collegati in parallelo ad un quadro in bassa tensione per la protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore. Nella stessa sarà presente un impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento della power station. Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quei provvedimenti al fine di garantire la massima protezione dagli agenti atmosferici.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole

l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Inverter

String inverter - PVS-260/300-MVMCS

Technical data and types		
Maximum rating in KVA	Up to 6300	Up to 7200
Inverter		
Inverter module	PVS-260-TL	PVS-300-TL
Number of inverter modules		Up to 24
Number of independent MPPT		Up to 24
Absolute maximum DC input voltage ($V_{m,abs}$)		1500 V
Operating DC input voltage range ($V_{d,min} \dots V_{d,max}$)	850 ... 1500 V	978 ... 1500 V
Maximum DC input current for each MPPT ($I_{MPPT,max}$)		325 A
Maximum input short circuit current for each MPPT		700 A
Number of DC inputs pairs for each MPPT		2
DC connection type	Type Terminal block M12 cable lug up to 400mm ²	
AC output voltage	600 V	690 V
LV distribution panel		
Number of fused protected feeders		Up to 24
Fuse rating of feeders		350 A
Breakable on load		Yes
Over voltage protection – Type 2 replaceable surge arrester		Yes, with monitoring
Over voltage protection – Type 1+2 replaceable surge arrester		Optional, with monitoring
MV Transformer		
Transformer type	Sealed oil immersed (ONAN)	
Maximum AC power	Up to 6300 kVA	Up to 7200 kVA
Rated Low voltage level	600 V	690 V
Rated Medium voltage level	≤ 36 kV	
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz	
Oil type	Mineral (Vegetable as an option)	
Tap changer	± 2 x 2.5%	
Windings material (primary / secondary)	Al / Al	
ECO efficiency	Optional	
MV switchgear		
Switchgear type	SF6 - Insulated	
Rated current	630 A	
Configuration	Single feeder (CV) or double feeder (CCV)	
Protection (up to 24 kV / up to 36 kV)	Circuit Breaker (16 kA or 20 kA / 20 kA or 25 kA)	
Protection relay	ABB REJ603 or equivalent (others on request)	
Motorization	Optional	
Auxiliary supply		
Auxiliary supply transformer power	10 kVA (higher on request)	
Auxiliary transformer voltage	600 V / 400-230 V	690 V / 400-230 V
Low voltage distribution panel for auxiliary functions	Yes	
Mechanical characteristics		
Dimensions (length x width x height) in mm	11400 x 2150 x 2500	
Environmental		
Operating ambient temperature range	-25 ... +60° C	
Operating altitude range	≤ 2000 m	
Relative humidity (non -condensing)	≤ 95%	
Environmental protection rating	IP 54 (IP66 for inverters)	
Painting corrosion protection	C4 (C5M optional)	
Product compliance		
Conformity	IEC 60364, IEC 61936-1, IEC 60502-1	

Preliminary information. Product information and data are subject to change without notice.

3.5.1. Quadro di parallelo BT

Presso ciascuna stazione di conversione è installato un quadro di parallelo in bassa tensione per protezione del collegamento tra gli inverter e il trasformatore.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni alle linee elettriche.

3.5.2. Quadri servizi ausiliari

La stazione di conversione è fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti.

3.5.3. Trasformatore BT/MT

A valle dell'inverter è installato un trasformatore in olio a doppio avvolgimento secondario che avrà la funzione di elevare la tensione da 660 V a 30 kV.

Tutti i trasformatori saranno del tipo ad olio, sigillati ermeticamente, installati su apposita vasca raccolta oli, idonei per l'installazione in esterno.

Di seguito si riportano le caratteristiche di un trasformatore da 6600 kVA.

Dato	Valore
Trasformatore STANDARD	conforme a IEC 60076 e IEC 61378
Tipo di trasformatore	Chiuso ermeticamente
Raffreddamento	ONAN (olio naturale, aria naturale)
Tipo di olio	Olio minerale
Frequenza nominale	50 Hz
Gruppo vettoriale	Dd0d0
Altitudine del sito di installazione	fino a 1000 m slm
Vita media	> 25 anni
Max. squilibrio di potenza	fino al 100%
Tensione di corto circuito u KMV-LV	6%
Livello di isolamento MV	fino a 24 kV: 24/50/120 kV
Tensione nominale di resistenza CA a sorgente separata a breve durata (rms) BT / MT	50 kV / 10 kV
Tensione nominale di tenuta all'impulso (valore di picco) MT	120 kV
LATO MEDIO DI TENSIONE	
Tensione nominale / Tensione operativa	24,0 kV / 20,0 kV
Regolazioni MT (commutatore sotto carico)	-5%, -2,5%, 0%, 2,5%, 5%
LATO A BASSA TENSIONE 1-2	
Potenza nominale / Bassa tensione nominale	2 x 3200 kVA / 660 V CA.
Corrente nominale (lato LV)	2280 A
Max. Corrente THD (lato LV)	3%
Max. Corrente DC offset (lato BT)	<0,5%
Max. tensione di picco tra gli avvolgimenti BT e la terra	3000 Vp
Max. tensione di picco tra gli avvolgimenti BT	3000 Vp
Max dV / dt tra gli avvolgimenti BT e la terra	500 V / μ s

Max. dV / dt tra gli avvolgimenti di BT	500 V / μs
Perdita di carico a vuoto	4600 W.
Perdite di carico alla corrente nominale (75 ° C)	31000 W
Temperature ambiente	-15 ° C fino a + 40 ° C
Temperatura a vuoto	-15 ° C fino a + 60 ° C
Dimensioni massime L x L x A	2900mm x 1800mm x 2100mm
Resistività alla corrosione (secondo ISO12944)	C4-H
Colore	RAL 7035 o standard del fornitore
Termometro	1 x Pt100 nell'olio
Protezione	Scarico di gas, pressione eccessiva, temperatura e riempimento livello
Accessori inclusi	Schermo elettrostatico tra BT ed avvolgimenti MT
Posizioni delle boccole	sui lati corti opposti del trasformatore
Connessioni e scatola di connessione lato HV	Collegamento plug-in, acc. Per Standard IEC 60076
Connessioni e scatola di connessione Lati LV	Boccole in porcellana sec. secondo IEC60076, dimensioni della scatola e distanze delle boccole per essere idoneo a collegare fino a 8 cavi unipolari da 240 - 400mm ² per fase
Valvola di sovrappressione	valvola e tubazioni verso il basso nella vasca dell'olio
Valvola per il prelievo di campioni d'olio	Valvola bloccabile
Golfari di sollevamento del trasformatore e del vaso del trasformatore	progettato solo per il trasformatore pieno
Targhetta	secondo le norme IEC
Peso dell'olio	2950 kg
Trasformatore a tutto peso	11900 kg
Capacità di resistenza sismica	Accelerazioni orizzontali e verticali fino a 0,5 g

Tabella 7 Datasheet Trasformatore BT/MT

3.5.4. Quadri MT e BT

I quadri MT e BT verranno installati all'interno di apposito shelter metallico IP54, con differenti compartimenti per le diverse sezioni di impianto.

I quadri MT (8DJH 36) sono del tipo assemblato in fabbrica, privi di manutenzione con sistema a barra singola, a tre poli, blindati in metallo e isolati in gas. I quadri sono conformi alle disposizioni della norma IEC 62271-200.

La capsula è classificata secondo IEC come sistema a tenuta ermetica.

I singoli pannelli e blocchi di pannelli sono costituiti dai seguenti componenti funzionali:

- Telaio di base con fronte operativo uniforme ricoperto di lamiera d'acciaio.
- Carpenteria per l'alloggio dei dispositivi di commutazione e del sistema di sbarre.
- Vano cavi.

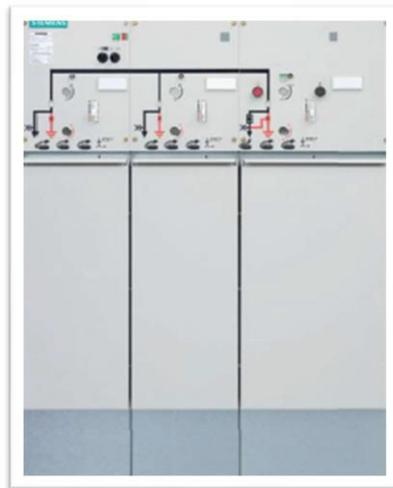


Figura 11 Layout Quadro BT/MT

L'involucro è in acciaio inossidabile resistente alla corrosione ed è riempito con esafluoruro di zolfo (SF₆) in fabbrica. Questo gas è atossico, chimicamente inerte e presenta un'elevata rigidità dielettrica.

Le pareti e le boccole per i collegamenti elettrici e i meccanismi operativi sono uniti mediante moderne procedure di saldatura, formando così un sistema di pressurizzazione sigillato.

I dispositivi di commutazione e le sbarre situate nella camera del quadro sono protetti da agenti esterni quali umidità, inquinamento, polvere, gas aggressivi e piccoli animali.

Per monitorare la densità del gas, è presente un indicatore pronto per l'uso sul fronte operativo. Il sistema di sbarre è tripolare.

Non è richiesto alcun intervento sul gas per il montaggio o per eventuali successive estensioni del quadro.

3.5.5. Cabina generale di impianto (Stazione Utente di trasformazione AT/MT)

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico verrà convogliata in MT dalle Power Station verso la cabina generale di impianto, dove avverranno le misure e la trasformazione in alta tensione.

L'energia prodotta e trasformata in AT sarà convogliata verso la sottostazione di consegna prevista nei pressi la SSE "Vizzini" del Gestore.

Le caratteristiche della sottostazione elettrica di trasformazione 150/30 kV sono le seguenti:

- Tensione di esercizio del sistema: 150 kV
- Tensione massima del sistema: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Corrente nominale di breve durata: 31,5 kA x 1 s
- Linea di fuga per gli isolatori: 25 mm/kV

La stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV al servizio dell'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di quanto segue:

- Protezione generale
- Sistema di sbarre a 150 kV
- N. 1 Stallo AT d'interfaccia;
- N. 3 Stalli AT di trasformazione (ciascuno avente un trasformatore 50 MVA ONAF);
- Dispositivi di protezione e sezionamento;
- n°3 Linee interrate per i collegamenti dei quadri MT agli stalli AT/MT/ 150/30kV
- N. 1 Terna di linea in cavo AT per il collegamento della stazione di trasformazione con la cabina di consegna e la stazione RTN;

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, la quale sarà composta da:

- n°1 cabina in c.a. costruita in opera inc.a. con gli scomparti così distinti:
- locale MT;
- locale BT;
- Locale TLC e Ufficio Locale misure
- Locali trasformatori
- Gruppi elettrogeno 100 kVA;
- Impianti tecnologici quali:
- Condizionamento telecontrollato;
- Antincendio;
- Antintrusione; Illuminazione e prese interne; Illuminazione esterna

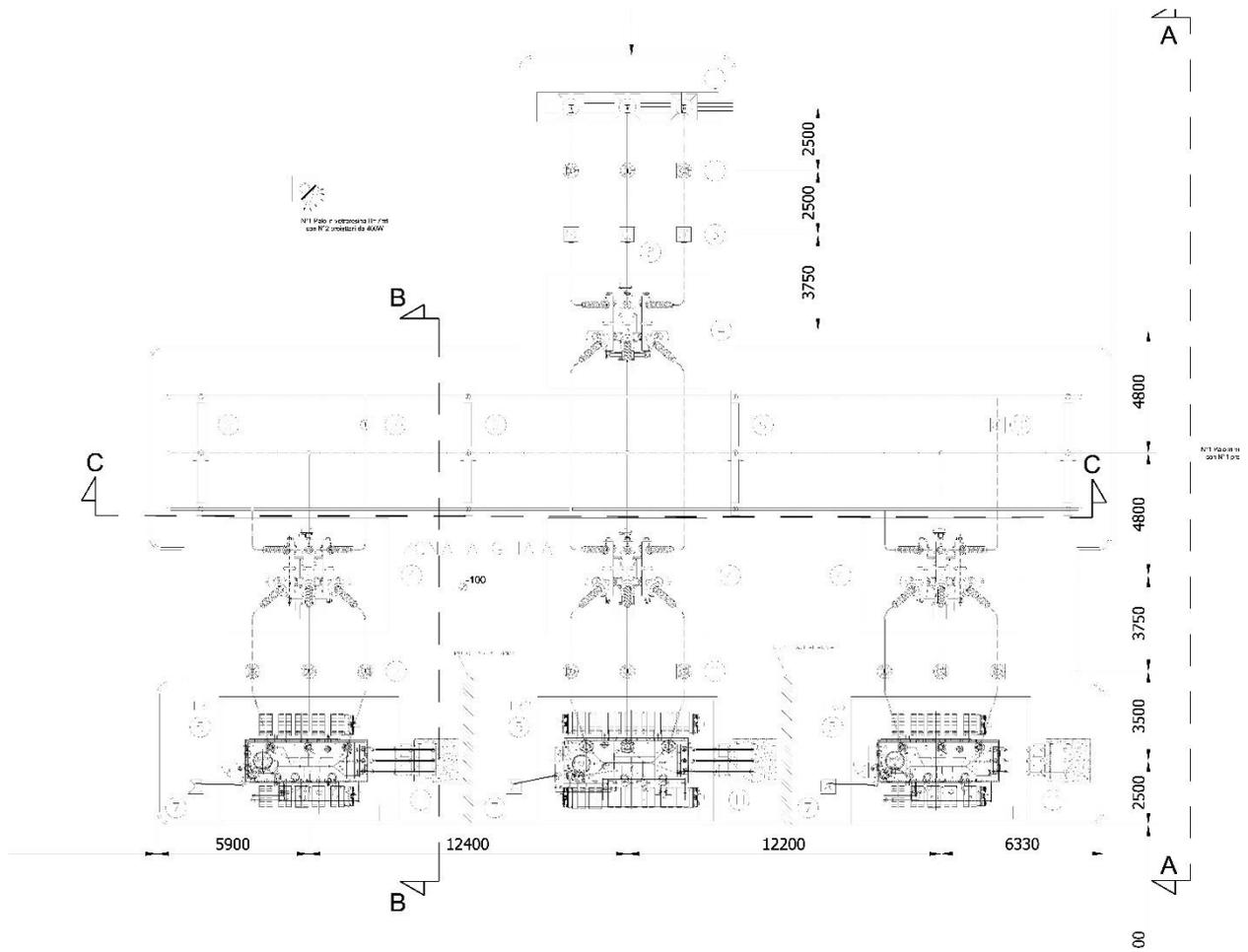


Figura 12 SSE Utente di Trasformazione AT/MT

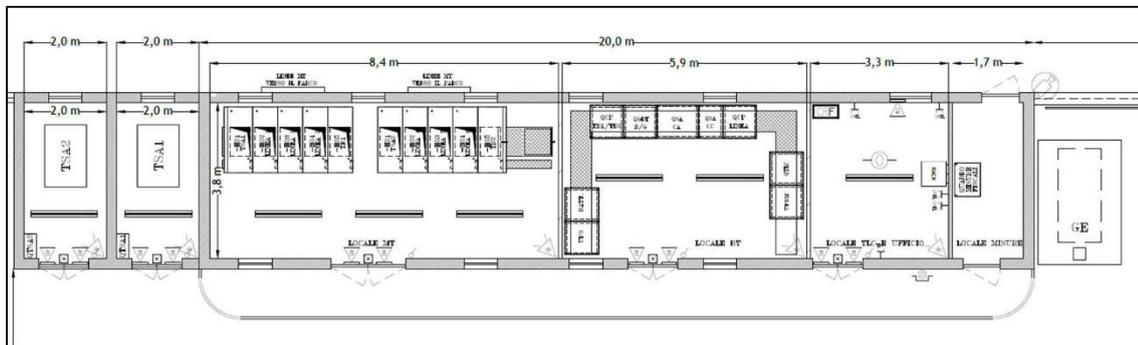


Figura 13 Sezione MT/BT SSE Utente

3.5.6. Ausiliari

Le stazioni di conversione sono corredate di piranometri e stazioni meteo. I dati raccolti da tali dispositivi, unitamente ai parametri rilevati dagli string box, vengono convogliati al sistema di supervisione.

Stazione meteo

Data l'estensione del parco fotovoltaico Mineo, sono previste due stazioni meteorologiche. Di solito la stazione meteorologica è composta dai seguenti sensori:

- Barometro (pressione atmosferica).
- Termometro (temperatura ambiente).
- Igrometro (umidità).
- Pluviometro.
- Anemometro (forza e direzione del vento).

La stazione meteorologica è montata direttamente nella cabina dell'unità di conversione (per offrire la migliore protezione contro le sovratensioni). I sensori non devono trovarsi a più di 100 metri dalla stazione.

Piranometro

Nel settore dell'energia solare, i piranometri vengono utilizzati per monitorare le prestazioni delle centrali fotovoltaiche (FV).

Grazie all'uso di un piranometro si può determinare l'efficienza della centrale fotovoltaica confrontando l'effettiva potenza prodotta con la potenza prevista in fase di progetto.

L'efficienza è quindi un parametro determinante che indica la necessità di interventi manutentivi.

Rispetto al "celle di riferimento" (metodo alternativo per calcolare le prestazioni dell'impianto fotovoltaico utilizzando come riferimento uno strumento che ha proprietà simili ai pannelli fotovoltaici, e che quindi soffre degli stessi effetti di degrado delle prestazioni a causa della temperatura, dello spettro e dell'inquinamento) l'uso di un piranometro offre i seguenti vantaggi:

- Il piranometro fornisce una lettura indipendente e accurata della radiazione solare disponibile totale.
- I piranometri sono classificati e calibrati secondo gli standard ISO.
- Il tempo di risposta del piranometro è più lungo di una cella fotovoltaica.
- Il piranometro è indipendente dal tipo di cella fotovoltaica.

- Un piranometro può avere un coefficiente di temperatura molto piccolo.
- Le celle fotovoltaiche sono specificate in STC (condizioni di prova standard).
- Le celle di riferimento (e i pannelli fotovoltaici) soffrono maggiormente dell'inquinamento rispetto ai piranometri.

I calcoli del rapporto di prestazione o dell'indice di prestazione sono più accurati usando un piranometro. Per il motivo sopra riportato, la stazione meteorologica fornita è dotata di un sensore piranometrico.

3.5.7. Impianto di terra

L'impianto di messa a terra sarà realizzato mediante la posa di dispersori di terra del tipo a croce in acciaio zincato, infissi verticalmente nel terreno. I dispersori saranno fra di loro interconnessi tramite corda in rame nudo di sezione opportuna, posata ad intimo contatto con il terreno, e disposta ad anello attorno al perimetro dei basamenti in calcestruzzo.

4. Connessione alla RTN

La connessione dell'impianto fotovoltaico alla RTN verrà garantita da un'uscita in AT dall'impianto fino alla Stazione Elettrica 380/150 kV RTN denominata "Vizzini" ubicato nella località Petrasa, Comune di Mineo (CT).

Lo schema di allacciamento alla RTN dell'impianto fotovoltaico prevede che esso venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica 380/150 kV denominata "Vizzini" da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Chiamonte Gulfi - Paternò"

Cavidotto di collegamento

Il collegamento tra la stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV, la cabina di consegna e la Stazione Elettrica 380/150 kV sarà eseguito attraverso un cavidotto interrato il cui tracciato ricade prevalentemente su viabilità pubblica esistente, per la quale verrà inoltrata apposita istanza di concessione per la posa e l'esercizio degli elettrodotti.

Per l'esatto percorso dell'elettrodotto si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Il cavo utilizzato per la trasmissione in Alta Tensione sarà del tipo AT XLPE -150 KV- con una sezione di 800 mm².

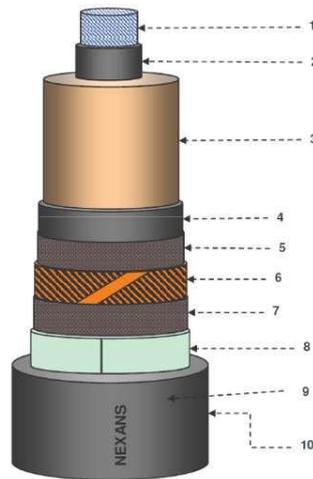


Figura 15 Composizione del cavo di AT

Di seguito sono elencati gli elementi che compongono il cavo, così come indicato in Figura 15:

1. Materiale del conduttore – Corda rigida rotonda, compatta di Al – Sez. 800 mm².
2. Semiconduttore estruso.
3. Isolante estruso di XLPE.
4. Semiconduttore estruso.
5. Nastro water blocking semiconduttore.
6. Schermo a fili di rame ricotto non stagnato.
7. Nastro water blocking semiconduttore.
8. Nastro di Al.
9. Guaina esterna di PE.
10. Strato conduttivo: strato semiconduttivo estruso.

Stallo RTN

L'allaccio alla RTN si finalizza nella cabina di consegna mediante uno Stallo di consegna. Il cavo interrato converge nella Cabina di sottostazione utente di consegna in cui è presente uno Stallo da cui fuoriesce un nuovo cavo interrato che si finalizzerà nella Stazione Elettrica 380/150 kV.

Per i particolari si rinvia agli elaborati grafici di progetto.

Posa cavi

L'intero sistema di cavi necessario al collegamento delle varie porzioni di impianto e alla connessione alla rete elettrica verrà posato prevalentemente nel sottosuolo ad una profondità

rispetto al piano stradale o di campagna non inferiore a 1,70 m dalla generatrice superiore del conduttore per quanto riguarda la linea AT e non inferiore a 1,20 m per quanto riguarda le linee BT e MT.

I cavi, in considerazione delle sezioni, verranno posati direttamente interrati su un letto di sabbia di almeno 10 cm e ricoperti con altri 10 cm dello stesso materiale a partire dal bordo superiore. Il successivo riempimento dipenderà dal tratto di strada interessato e in ogni caso seguendo le prescrizioni adottate dagli standard del Distributore. Il materiale da scavo prodotto sarà in pareggio con quanto necessario al rinterramento dei cavidotti, qualora dovesse presentarsi del materiale in eccesso, questo verrà utilizzato per il rimodellamento delle superfici.

Per annullare gli effetti dovuti alla mutua induzione, i cavi unipolari verranno posati in formazione a trifoglio, come rappresentato nei particolari costruttivi allegati. Al fine di garantire la condizione di posa, verranno applicate delle fasce di contenimento a distanza regolare.

VERIFICHE ELETTRICHE

Relazione di Calcolo

1. INTRODUZIONE.....	2
2. DATI DI PROGETTO	3
3. CRITERI DI CALCOLO	4
3.1. Calcolo della portata.....	4
3.2. Calcolo delle correnti di corto circuito	4
3.3. Calcolo della caduta di tensione.....	4
4. RISULTATI.....	4
ALLEGATO 01: Foglio di calcolo verifica cavi	5

IBLEA ENGINEERING s.r.l.
L'Amministratore



1. INTRODUZIONE

Il presente documento descrive il calcolo preliminare di dimensionamento e la selezione dei cavi di media tensione utilizzati per allacciare le 26 power station, che convertono e trasformano l'energia proveniente dai moduli fotovoltaici, alla stazione elettrica di utenza. Nove dorsali, costituite da cavi 30 kV, raccolgono l'energia proveniente dalle cabine e la trasportano fino al quadro MT ubicato nell'edificio elettrico della stazione di utenza.

In particolare la suddivisione dei 26 sottocampi sulle nove dorsali risulta come segue:

- **Dorsale DR01:** sottocampi da 1 a 3;
- **Dorsale DR02:** sottocampi da 4 a 6
- **Dorsale DR03:** sottocampi da 7 a 9
- **Dorsale DR04:** sottocampi da 10 a 12
- **Dorsale DR05:** sottocampi da 13 a 15
- **Dorsale DR06:** sottocampi da 16 a 18
- **Dorsale DR07:** sottocampi da 19 a 21
- **Dorsale DR08:** sottocampi da 21 a 23.
- **Dorsale DR09:** sottocampi da 24 a 26

Il tracciato seguito dalle dorsali è chiaramente identificabile sulle Tavole con le opere elettriche

2. DATI DI PROGETTO

In Tabella 1 si riportano i dati di progetto per il dimensionamento dei cavi.

DATI DI PROGETTO	VALORE
Tensione di rete impianto fotovoltaico	30 kV
Materiale conduttore	Alluminio
Profondità di posa	Min 1,2 m
Temperatura del terreno	20 °C
Resistività del terreno	1 °C m/W
Potenza nominale trasformatore interno al PS (n.26)	2 x 3100 kVA
Potenza di impianto (AC)	150 MW
Potenza di Impianto (DC)	182,6 MW
Rapporto AC / DC	0,94
Caduta di tensione massima ammissibile per ogni tratta	2%
Margine sulla lunghezza complessiva dei cavi	3%

Tabella 1: Dati di progetto per il dimensionamento dei cavi a 30 kV

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione delle cabine di parallelo e il relativo percorso dei cavi; a questa lunghezza teorica si sono aggiunti 15 m di risalita cavi per ciascun collegamento.

La lunghezza di cavo risultante è stata quindi aumentata del 3% per tenere in considerazione sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso.

3. CRITERI DI CALCOLO

I cavi sono stati dimensionati seguendo le norme specifiche di riferimento. In particolare, la sezione dei cavi è stata scelta considerando i seguenti aspetti:

- Portata nominale
- Massima caduta di tensione ammissibile
- Tenuta al cortocircuito
- Tipologia di posa (trifoglio)
- Condizioni ambientali

3.1. Calcolo della portata

I coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa e delle condizioni ambientali risultano essere i seguenti:

- K1 (profondità di posa): 1,0
- K2 (temperatura del suolo): 1,0
- K3 (resistività termica del terreno): 1,0
- K4 (vicinanza di due terne nello scavo): 0,814

3.2. Calcolo delle correnti di corto circuito

In termini di correnti di corto circuito la sezione minima del conduttore può essere calcolata tramite la seguente equazione:

$$S_{\min} = (I_{cc} \cdot \sqrt{t}) / C$$

dove:

I_{cc} = corrente di corto circuito (A)

C = coefficiente definito dalla Norma CEI 11-17 (tabella 4.2.2)

t = tempo di eliminazione del corto circuito

3.3. Calcolo della caduta di tensione

Sul percorso considerato la caduta di tensione è calcolata secondo la formula:

$$\Delta V = [k \cdot (R \cdot \cos j + X \cdot \sin j)] \cdot I \cdot L \quad (\text{dove } k \text{ vale } 1.73 \text{ per linee trifasi})$$

4. RISULTATI

I risultati del dimensionamento preliminare sono riportati nella tabella successiva, in particolare, considerazioni economiche portano a scegliere per le connessioni tra Power Station e cabina di parallelo, una sezione comune (95 mm²) anche per i tratti di rete la cui verifica dà sezioni più piccole. Per le dorsali di collegamento alla ST si sono scelte sezioni di 400 mm².

ALLEGATO 01: Foglio di calcolo verifica cavi

ID Dorsale	Tratta da - a		Tensione [kV]	P [kW]	I [A]	Circuito	Lungh. [m]	Formazione	Sigla cavo	Cavi/fase	Sez. [mmq]	Portata cavo [A]	ΔP [%]	Check If<Iz
DR01	QMT03	QMT02	30	7.151,76	152,93	RST	1.200	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,161	OK
DR01	QMT02	QMT01	30	14.303,52	305,86	RST	1.400	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,38	OK
DR01	QMT01	QMT CABINA UTENTE	30	21.455,28	458,79	RST	12.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	1,19	OK
DR02	QMT06	QMT05	30	6.486,48	138,70	RST	900	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,110	OK
DR02	QMT05	QMT04	30	13.582,80	290,45	RST	1.300	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,332	OK
DR02	QMT04	QMT CABINA UTENTE	30	20.734,56	443,37	RST	10.500	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	1,01	OK
DR03	QMT09	QMT08	30	7.096,32	151,74	RST	800	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,11	OK
DR03	QMT08	QMT07	30	14.248,08	304,67	RST	950	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,25	OK
DR03	QMT07	QMT CABINA UTENTE	30	20.734,56	443,37	RST	10.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,96	OK
DR04	QMT12	QMT11	30	7.151,76	152,93	RST	1.400	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,19	OK

DR04	QMT11	QMT10	30	13.915,44	297,56	RST	1.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,26	OK
DR04	QMT10	QMT CABINA UTENTE	30	21.011,76	449,30	RST	9.500	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,92	OK
DR05	QMT15	QMT14	30	7.207,20	154,11	RST	1.300	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,18	OK
DR05	QMT14	QMT13	30	14.248,08	304,67	RST	1.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,27	OK
DR05	QMT13	QMT CABINA UTENTE	30	21.399,84	457,60	RST	9.000	2X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,89	OK
DR06	QMT18	QMT17	30	7.151,76	152,93	RST	1.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,13	OK
DR06	QMT17	QMT16	30	14.303,52	305,86	RST	1.100	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,30	OK
DR06	QMT16	QMT CABINA UTENTE	30	21.510,72	459,97	RST	5.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,50	OK
DR07	QMT121	QMT19	30	7.040,88	150,56	RST	1.200	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,16	OK
DR07	QMT19	QMT18	30	14.192,64	303,49	RST	1.400	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,37	OK
DR07	QMT18	QMT CABINA UTENTE	30	21.233,52	454,04	RST	7.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,69	OK
DR08	QMT23	QMT22	30	6.930,00	148,19	RST	800	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,10	OK
DR08	QMT22	QMT CABINA UTENTE	30	14.026,32	299,93	RST	6.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	300	472	0,50	OK

Progetto impianto FV sito nel Comune di **Castelvetrano, Mazara del Vallo, Salemi e Santa Ninfa (TP)**
 Studio di progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa

DR09	QMT26	QMT25	30	5.765,76	123,29	RST	900	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,10	OK
DR09	QMT25	QMT24	30	12.862,08	275,03	RST	1.000	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	95	251	0,24	OK
DR09	QMT24	QMT CABINA UTENTE	30	19.902,96	425,59	RST	7.000	2X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,64	OK
Ausiliario	QMT26	QMT CABINA UTENTE	30	19.902,96	425,59	RST	815	1X	ARE4H1R 18/30kV	3	400	540	0,07	OK