



PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO DI 360MW CON SISTEMA DI ACCUMULO DI CAPACITA' PARI A 82,5MWH E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI NELLE FRAZIONI DI "PALMADULA, LA CORTE, CANAGLIA, LI PIANI, SAN GIORGIO, SCALA ERRE"

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: **PALMADULA
SOLAR S.R.L.**

PROGETTISTA: **TECENITAL**

ORDINE INGEGNERI VERONA E PROVINCIA
Simone Venturini
DIRETTORE TECNICO
A 2519
Dott. Ing. Simone Venturini
Dott. Ing. S. MONE

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI

ELABORATO n°:
BI028F-D-PAL-RT-13-r00

NOME FILE:

SCALA: ----

DATA: AGOSTO 2023

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	Agosto 2023	Prima Emissione	E. Guiot	M. Sandri	S. Venturini
	01					
	02					
	03					
	04					

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 1
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	4
3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	5
4. SINTESI TECNICA DELL'INTERVENTO	11
5. Descrizione delle opere elettriche da realizzare	12
6. Descrizione tecnica dei principali componenti di impianto	13
6.1. Moduli fotovoltaici	13
6.2. Inverter	15
6.3. Tracker	18
6.4. Stazioni di energia	19
6.5. Cabine di testa	24
6.5.1. Quadri MT	26
6.5.2. Trasformatore MT/BT circuiti ausiliari	30
6.5.3. Quadri BT	31
6.5.4. Impianti di cabina	32
6.6. Impianto di accumulo (BESS)	33
6.6.1. Stazioni di conversione	33
6.6.2. Unità batterie	35
6.7. Cavi elettrici e vie cavi	36
6.7.1. Cavi per correnti continue	36
6.7.2. Cavi per circuiti in BT alla tensione di 800V	37
6.7.3. Cavi per circuiti in BT alla tensione di 400V	37
6.7.4. Cavi per circuiti in MT	38
6.7.5. Cavi per circuiti a correnti deboli	40
7. Descrizione DELLE OPERE	41
7.1. Rete MT	41
7.2. Rete BT	43
7.3. Campo fotovoltaico	44
7.4. Rete di terra	46
7.5. Sistema di supervisione e SCADA	46
7.6. Impianto di illuminazione	49
7.7. Impianto TVCC	50
8. Produzione dei singoli campi	53

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 2
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

INDICE DELLE FIGURE

Figura 6.1: dimensioni dell'inverter e staffa di fissaggio	16
Figura 6.2: Cablaggi inverter	16
Figura 6.3: inseguitori monoassiali	18
Figura 6.4: Stazione di energia	20
Figura 6.5: disposizione componenti all'interno della stazione di energia	22
Figura 6.6: Schema di principio unità di conversione cc/ca	34
Figura 6.7: schema del convertitore c.c./c.c.	35
Figura 6.8: Cavo per circuiti in c.c.	36
Figura 6.9: Cavo in Al per circuiti a 800Vca	37
Figura 6.10: Cavo in Cu per circuiti a 400Vca	38
Figura 6.11: Cavo per circuiti MT	38
Figura 7.1: Sezione tipica di scavo per cavi MT	41

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1: sintesi delle caratteristiche elettriche dell'impianto	11
Tabella 6.1: caratteristiche del modulo fotovoltaico	14
Tabella 6.2: caratteristiche inverter	17
Tabella 6.3: Numero cabine di campo (stazioni di energia)	21
Tabella 6.4: caratteristiche delle stazioni di energia	23
Tabella 6.5: caratteristiche generali BESS	33
Tabella 6.6: sezioni cavi MT da SSTs	39
Tabella 6.7: sezioni cavi MT da SSTN	39
Tabella 6.8: sezioni cavi MT per distribuzione secondaria	39
Tabella 7.1: Caratteristiche cavi MT per distribuzione principale da SSTs	42
Tabella 7.2: Caratteristiche cavi MT per distribuzione principale da SSTN	43
Tabella 7.3: Caratteristiche del campo fotovoltaico	45
Tabella 7.4: Numero di pali luce	49
Tabella 7.5: Numero di telecamere	51

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 3
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

1. PREMESSA

Il presente documento descrive, a livello di progetto definitivo, i materiali e le opere elettriche necessari per la realizzazione di un impianto agrivoltaico installato a terra, da connettere alla rete elettrica in alta tensione alla tensione di 380kV del Gestore di Rete Terna, avente una potenza di picco in corrente continua pari a 358,37 MWp MWp, localizzato nella provincia di Sassari, Regione Sardegna Regione Sardegna da realizzare su terreni meglio evidenziati sugli elaborati grafici. La presente relazione descrive le caratteristiche generali e la conformazione dell'impianto per le sezioni MT, BT e per la parte in corrente continua. Per quanto riguarda la sottostazione AT/MT si rimanda ai documenti BI028F-D-PAL-RT15 e BI028F-D-PAL-RT16.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 4
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

L'impianto è stato progettato seguendo i seguenti principali criteri progettuali di carattere generale:

- L'impianto è di tipo agrivoltaico e pertanto si sono seguiti tutti i criteri e i requisiti indicati sul documento "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal MiTe
- Nella disposizione dei moduli fotovoltaici si sono valutate le ombre prodotte dalle strutture, costruzioni o altri oggetti posti nelle immediate vicinanze del campo.
- Si sono operate scelte improntate al rispetto dell'ambiente e della sicurezza, per prevenire qualsiasi incidente o danni a persone e all'ambiente circostante. Tutti gli aspetti del progetto e della costruzione dell'impianto fotovoltaico saranno animati da queste premesse.
- La scelta dei materiali rappresenta un elemento importante per il raggiungimento di un obiettivo di vita utile superiore a 20 anni. Tutti i materiali saranno scelti in modo da resistere agli agenti atmosferici, cambi di temperatura, precipitazioni, corrosione, forza del vento, esposizione ai raggi UV ed altre condizioni legate al sito di posizionamento dell'impianto fotovoltaico. L'acciaio strutturale sarà zincato a caldo in accordo alla norma ISO 1461.
- L'impianto fotovoltaico lavorerà in maniera completamente autonoma ed indipendente con minima necessità di intervento. In caso di problemi sulla rete AC di connessione o sugli inverter, gli stessi si disconnetteranno dalla rete in maniera autonoma. Nella maggior parte dei casi gli inverter si riconnetteranno alla rete una volta che il problema sarà risolto, senza necessità di intervento esterno.
- La progettazione, le apparecchiature e i materiali saranno integralmente conformi alle normative Italiane/europee di riferimento e agli standard internazionali applicabili.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 5
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nella progettazione si è tenuto conto delle disposizioni di legge vigenti in materia di impiantistica elettrica quali:

disposizioni di legge:

Legge n. 186 /68

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici

Legge n. 791 del 18/10/1977

Attuazione direttiva CEE per il materiale elettrico

Decreto Ministeriale n. 37 del 22/01/2008

Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

DLgs n. 81 del 09/04/2008

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

DLgs 106/17

Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio

Che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 6
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151

Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

D.M. e circolari del Ministero dell'interno relative alla prevenzione dagli incendi;

Circolari del comando VV.F.;

Norme CEI, EN e UNI

Le norme CEI e UNI da tenere in considerazione per la realizzazione dell'appalto sono le seguenti:

- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- CEI EN 62271-200 "Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso"
- CEI EN 60909-0 "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti";
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici";
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori";
- CEI EN 60947-2 "Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: interruttori automatici";
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza";

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 7
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- CEI EN 61439-3 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO)”;
- CEI EN 61439-6 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 6: Condotti sbarra”;
- CEI 20-22/0 “Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità”;
- CEI 20-22/2 “Prove di incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio”;
- CEI EN 60898-1 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”;
- CEI EN 60898-2 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua”;
- CEI EN 61386-1 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI EN 61386-21 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori”;
- CEI EN 61386-22 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori”;
- CEI EN 61386-23 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori”;
- CEI EN 60669-1 “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI EN 60669-2-4 “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 2-4: Prescrizioni particolari - Interruttori sezionatori”;
- CEI EN 61009-1 “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 8
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”;
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in corrente alternata”;
- CEI 99-4 “Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;
- CEI-UNEL 35024/1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- CEI-UNEL 35026 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”;
- CEI-UNEL 35027 “Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV - Portate di corrente in regime permanente - posa in aria ed interrata”
- UNI EN 12464-1 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni”;
- UNI EN 12464-2 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno”;
- UNI 11222 “Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici. Procedura per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo”;
- CEI 79-3 “impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione”;
- CEI CLC/TS 50131-7 “Sistemi di allarme - Sistemi di allarme intrusione Parte 7: Guide di applicazione”;
- CEI 79-4 “impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione Norme particolari per il controllo degli accessi”;
- CEI EN 60839-11-2 “Sistemi elettronici di allarme e sicurezza Parte 11-2: Sistemi elettronici di controllo accessi - Linee guida di applicazione”;
- CEI EN 50849: “Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza”;

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 9
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- CEI EN 62676-1-1 “Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 1-1: Requisiti di sistema – Generalità”;
- CEI EN 62676-4 “Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 4: Linee guida di applicazione”;
- EN 50090: Sistemi elettronici per la casa e l’edificio (HBES)
- CEI 205-2: Guida ai sistemi bus su doppino per l'automazione nella casa e negli edifici, secondo le Norme CEI EN 50090
- CEI 82-25 “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione”;
- CEI 82-25; V2 Edizione 10-2012: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.
- CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 10
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.
- CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.
- CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
- EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.
- CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- UNI 8477: energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
- UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- UNI/TR 11328-1:2009: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

Altri documenti di riferimento

- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica: “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”;
- TERNA: codice di rete italiano.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 11
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

4. SINTESI TECNICA DELL'INTERVENTO

Le principali caratteristiche dell'impianto in oggetto elencate nella sottostante Tabella 4.1

Potenza di picco	358,37 MWp
Potenza nominale CA in uscita da inverter	345.85 MW
Tecnologia della cella fotovoltaica	Silicio Monocristallino bifacciale
Tipologia di inverter	Inverter di stringa
Tipologia di struttura di montaggio	Ad inseguimento monoassiale
Potenza del modulo	685 Wp
Numero di moduli per stringa	28
Numero di moduli fotovoltaici	523.180
Numero di tracker	18.685
Distanza tra i tracker (pitch)	10m
Numero di moduli per tracker	28
Angolo di rotazione tracker	±60°
Massima tensione del Sistema	1500 Vcc
Tensione del sistema elettrico lato BT	800V
Numero complessivo degli inverter	1052
Numero di cabine di campo	n. 26 9000kVA n. 12 6600kVA n. 9 3300kVA
Numero di cabine MT principali (cabine di testa)	30
Numero di sottostazioni AT/MT	2
Capacità di storage	82,56 MWh
Superficie complessiva del terreno	1043 he

Tabella 4.1: sintesi delle caratteristiche elettriche dell'impianto

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 12
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE DA REALIZZARE

Le opere in oggetto si possono riassumere nel seguente elenco:

- 1) Fornitura e posa di quanto necessario per la realizzazione della nuova sottostazione AAT/AT e AT/MT denominata sottostazione sud e della sottostazione AT/MT denominata sottostazione nord, compresa la linea in cavo interrato alla tensione di 380kV per connessione con stazione Terna di Olmedo (si veda doc. BI028F-D-PAL-RT14 e BI028F-D-PAL-RT15)
- 2) Fornitura e posa di moduli fotovoltaici in silicio cristallino, bifacciali, di potenza 685Wp;
- 3) Fornitura e posa di inseguitori monoassiali (tracker) completi di sistema di movimentazione con motore in c.c. e sistema di gestione;
- 4) Fornitura e posa di inverter di stringa trifase di potenza ciascuno 330kW in c.a. a 30°C;
- 5) Fornitura e posa di cabine MT/BT di campo complete di quadri elettrici di BT e di MT, trasformatore MT/BT, connessioni;
- 6) Fornitura e posa di quadri elettrici MT per le cabine di testa;
- 7) Fornitura e posa in opera di trasformatore ausiliari di potenza 160kVA 30/0.4kV e del relativo quadro di distribuzione BT per ciascuna cabina di testa;
- 8) Fornitura e posa di tutte le connessioni in cavo lato c.c. H1Z2Z2-K posato in aria sulla struttura dei tracker oppure interrato;
- 9) Fornitura e posa di tutte le connessioni in cavo lato BT realizzato con cavi ARG16R16 0.6/1kV posato in tubazione interrata;
- 10) Fornitura e posa di tutte le linee MT di distribuzione primaria (da SST a cabine di testa) realizzate con cavo interrato direttamente;
- 11) Fornitura e posa di tutte le linee MT di distribuzione secondaria (da cabine di testa a cabine di campo) realizzate con cavo interrato direttamente;
- 12) Fornitura e posa di impianto di terra;
- 13) Fornitura e posa del sistema di supervisione e SCADA;
- 14) Fornitura e posa in opera di impianto elettrico di servizio (illuminazione e FM cabine ed illuminazione esterna);
- 15) Fornitura e posa in opera di impianto di videosorveglianza.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 13
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

6. DESCRIZIONE TECNICA DEI PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO

6.1. Moduli fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico scelto per l'intervento è marca Trina Solar, Modello TSM-NEG21C.20 di potenza 685 Wp bifacciale. Il modulo è composto da 132 celle (matrice 6x22) di silicio monocristallino realizzato con tecnologia PERC per assicurare un'elevata produzione alle installazioni fotovoltaiche.

La potenza nominale del modulo fotovoltaico è definita alle condizioni STC (Standard Test Conditions) vale a dire: temperatura ambiente di 25°C, irraggiamento pari a 1000W/m² sul piano dei moduli e massa d'aria AM 1,5G secondo la definizione IEC 60904-3.

La tecnologia PERC (alla lettera Passivated Emitter and Rear Cell/Contact) consiste nell'utilizzo di silicio monocristallino le cui celle hanno lo strato posteriore passivato. In questo modo viene aumentata la riflessione della luce all'interno della giunzione a semiconduttore con la possibilità di aumento della ricombinazione dei fotoni. La tecnologia PERC ha consentito di aumentare di circa l'1% l'efficienza della cella fotovoltaica rispetto ad una cella monocristallina tradizionale.

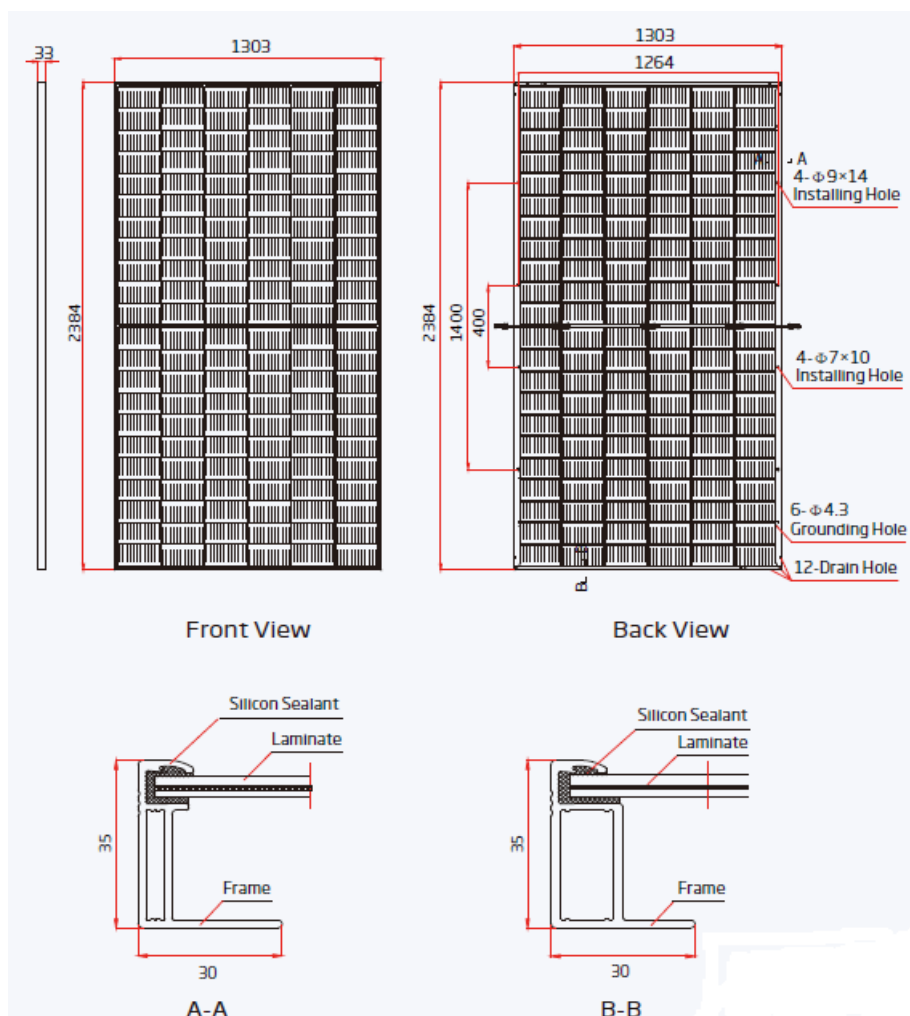
Al fine di proteggere le celle contro le più avverse condizioni atmosferiche, le stesse sono incorporate tra uno strato di vetro temperato a basso contenuto ferroso e alta trasmissività e fogli di EVA (Etilene Vinil Acetato) e TPT (polivinilfluoruro). La cornice del modulo fotovoltaico è in alluminio anodizzato, estetica e stabile, che garantisce un'elevata resistenza ai carichi vento e neve e garantisce facile accessibilità in fase di montaggio. I profili posteriori sono equipaggiati con fori di drenaggio, in modo che l'acqua non possa permanere all'interno dei profili e ghiacciare, causando, quindi, danneggiamento della cornice.

Sul lato posteriore è installata la junction box avente grado di protezione IP68.

I moduli fotovoltaici sono certificati secondo:

- IEC 61215, IEC 61730, IEC61701, IEC62716;
- ISO 9001:2008 "ISO Quality Management System";
- ISO 14001:2004 "Environment Management System";
- ISO14064: "Greenhouse Gases Emissions Verification";
- ISO45001: "Occupational Health and Safety Management System"

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 14
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	



Le caratteristiche del modulo sono riportate nella sottostante tabella:

Tipologia di cella	Monocristallina-Tecnologia PERC
Numero di Celle	132
Potenza massima [Wp]	685
Tolleranza sulla potenza	0~+5W
Tensione a circuito aperto [Voc]	47,7
Corrente di Corto Circuito Isc [A]	18,21
Efficienza del modulo [%]	22,1
VMPPT [V]	39,8
IMPPT [A]	17,19
Tensione massima di sistema [Vdc]	1500
NOCT [°C]	43°C ±2°C
Dimensioni del modulo [mm]	2384x1303x35
Peso [kg]	31.1
Produttore	TRINA SOLAR

Tabella 6.1:caratteristiche del modulo fotovoltaico

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 15
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

6.2. Inverter

La funzione dell'inverter è quella di adattare l'energia elettrica prodotta da corrente continua a corrente alternata, adeguando il livello di tensione che in questo caso è pari a 800V in uscita in corrente alternata. Oltre a generare una forma d'onda sinusoidale, l'inverter crea un sistema elettrico trifase equilibrato, adattando la potenza generata ai sistemi convenzionali di distribuzione della potenza elettrica. È stato previsto l'utilizzo di inverter di stringa per la loro efficienza e minor costo. Questo tipo di inverter è stato progettato per impianti con lunga vita utile prevista. Questa è una caratteristica chiave considerato che la riduzione dei costi di manutenzione in molti casi aumenta la fattibilità del progetto.

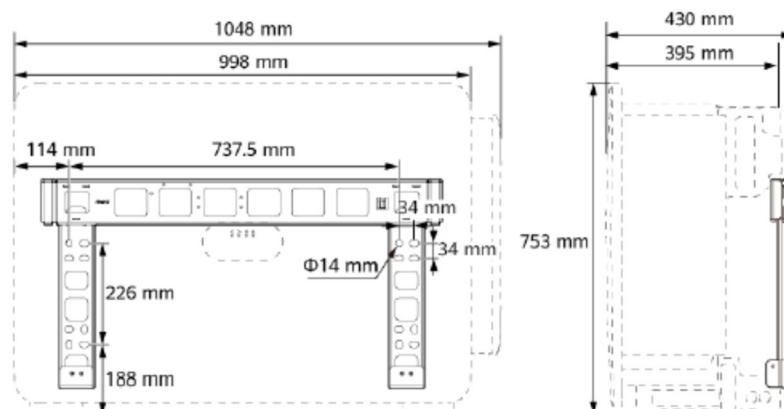
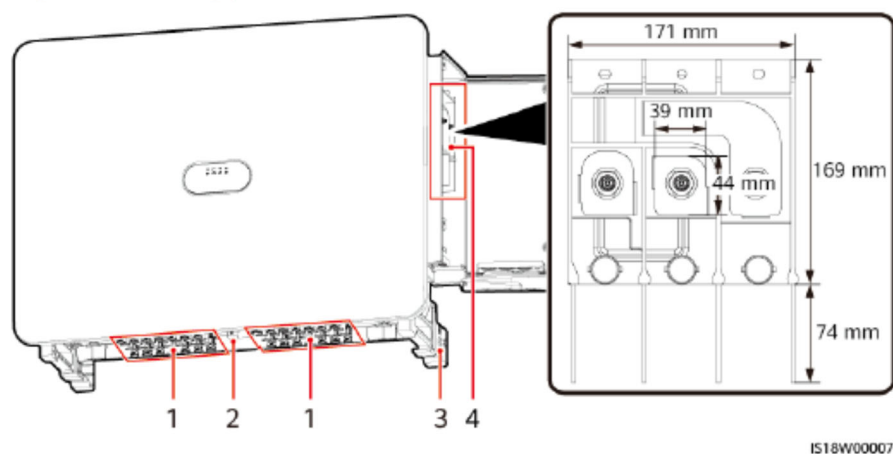
L'inverter scelto è il modello SUN2000-330KTL-H1 prodotto da HUAWEI. Questo fornitore è stato scelto per la sua adattabilità in termini di potenza e tecnologia ad una vasta gamma di progetti fotovoltaici.

Nella Tabella 6.2 sono riassunte le principali caratteristiche tecniche dell'inverter.

La logica di controllo opera automaticamente e gestisce l'avvio e lo stop dell'inverter. La macchina incorpora un avanzato sistema di inseguimento del punto di massima potenza per ogni ingresso MPPT (sono previsti 6 MPPT indipendenti), al fine di massimizzare l'energia ottenuta dai moduli fotovoltaici. Per minimizzare le perdite durante il processo di conversione viene utilizzata la tecnologia IGBT (insulated gate bipolar transistor). Gli inverter sono progettati secondo le norme Europee di riferimento e sono dotati di marchio CE.

Per quanto riguarda l'utilizzo per connessioni alla rete elettrica del distributore, gli inverter sono conformi alle prescrizioni della norma CEI 0-16:2022-03 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di Energia elettrica".

Gli inverter saranno posizionati sulle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici ed installati ad una distanza non inferiore a 1m rispetto al terreno. Per la loro installazione e collegamento sarà realizzato un idoneo supporto fissato alla struttura del tracker, senza l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento. In corrispondenza delle morsettiere di ingresso e uscita dagli inverter, i cavi saranno coperti, per essere protetti da eventuali morsi di animali o altre sollecitazioni meccaniche, ma sarà garantita in ogni caso un'idonea ventilazione.

**Figura 6.1: dimensioni dell'inverter e staffa di fissaggio**

IS18W00007

(1) DC input terminals

(2) RS485 communications port

(3) Ground point on the enclosure

(4) AC terminal block

Figura 6.2: Cablaggi inverter

Le linee elettriche AC in uscita dagli inverter saranno condotte ai trasformatori MT/BT.

È prevista l'installazione di 1052 inverter Huawei SUN2000-330KTL-H1 con una potenza nominale complessiva in c.a. pari a 345,85 MW.

Produttore	HUAWEI
Modello	SUN2000-330KTL-H1
CONFIGURAZIONE	
Quantità di inverter installati	1.052
Numero di moduli fotovoltaici per inverter	504 max.
Numero di moduli per stringa	28

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 17
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Numero di stringhe in parallelo	3 max.
CARATTERISTICHE	
Massima tensione in ingresso [V]	1500
Range di Tensione MPPT [V]	500 – 1500
Numero di inseguitori MPP	6
Massima corrente di input per ciascun MPP [A]	65
Massima corrente di c.c per ciascun MPP [A]	115
Potenza attiva nominale AC	300kW a 40°C
Massima Potenza apparente AC [kVA]	330 kVA
Massima Potenza attiva (cosfi = 1)	330 kW
Massima corrente in uscita [A]	238,2
Corrente nominale in uscita [A]	216,6
Tensione nominale di uscita [V]	800
Frequenza nominale [Hz]	50
Fattore di potenza	0,8 LG ... 0,8 LD
Umidità relativa	0-100%
Raffreddamento	Forzato
Protezioni	Scaricatori di tipo II in c.c. Scaricatori di tipo II in a.c. Sezionatore c.c. Protezione anti isola Protezione da sovracorrenti in c.a. Protezione da inversione di polarità in c.c. Controllo guasto stringa Controllo resistenza di isolamento in c.c. Pr. guasto a terra c.a. Controllo residual current
Comunicazione	USB, MBus, RS485
Grado di protezione	IP66
Tipologia	Senza trasformatore

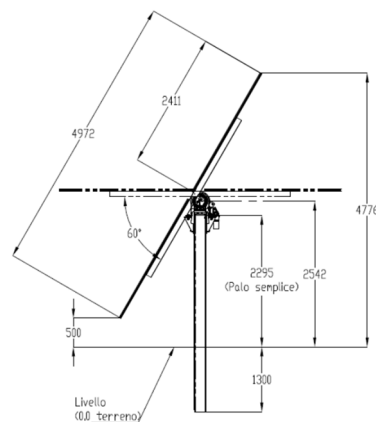
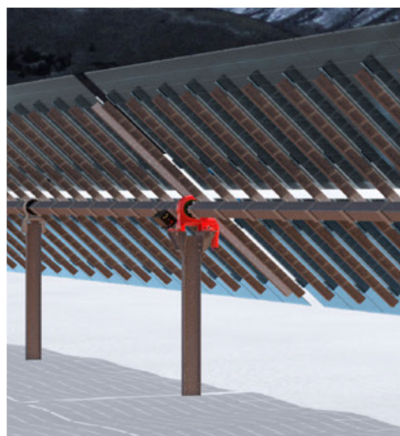
Tabella 6.2:caratteristiche inverter

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 18
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

6.3. Tracker

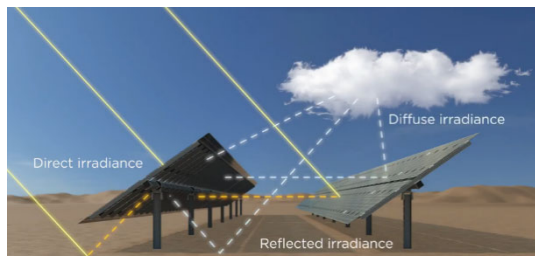
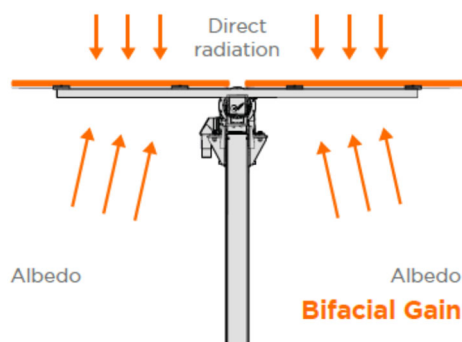
I moduli fotovoltaici saranno installati su inseguitori solari. L'intera struttura consentirà l'installazione di 523180 moduli fotovoltaici distribuiti su 18685 inseguitori (tracker), che costituiranno l'intero impianto fotovoltaico. Gli inseguitori solari sono formati da un gruppo di travi orientate in direzione NORD – SUD, che ruotano sul proprio asse, in modo tale da ruotare i moduli fotovoltaici da EST a OVEST. Per evitare ombre tra le file consecutive dei moduli fotovoltaici, l'inseguitore ha un sistema di controllo backtracking, che bypassa le perdite dovute agli ombreggiamenti tra le varie file. Inoltre, viene garantita una minima distanza di sicurezza tra le file in relazione all'effettiva pendenza del terreno. Le strutture selezionate, tipo Monoline+ della PWH, sono costituite da una struttura per il fissaggio dei moduli sulla quale sono posizionati i moduli fotovoltaici connessa ad un albero rotante orientato in direzione Nord– Sud. L'albero ruota seguendo il percorso solare nel cielo. Per quanto riguarda il processo di installazione delle strutture di supporto, sarà prevista una profondità di infissione dei montanti di 1,3 m. L'infissione sarà effettuata con mezzi meccanici idonei a tale scopo e non sarà previsto l'utilizzo di plinti

Figura 6.3: inseguitori monoassiali



e/o fondazioni in cemento. Una volta che l'infissione sarà completata, tutti i pilastri che costituiscono parte della struttura portante saranno pronti e predisposti per il montaggio dei moduli fotovoltaici. Il sistema di controllo dell'inseguitore è programmato con un algoritmo astronomico del percorso solare. Tale sistema, come indicato precedentemente, include un algoritmo di backtracking per ridurre l'ombreggiamento tra file adiacenti e migliorare la produzione, ed una funzione dedicata per proteggere l'inseguitore in caso di condizioni di vento estremo.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 19
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	



Il sistema Monoline+ della PWH è un inseguitore solare con un intervallo di rotazione $\pm 60^\circ$, particolarmente indicato su terreni con pendenze significative o forti irregolarità, consentendo un pieno utilizzo della superficie disponibile. Consente l'impiego di moduli bifacciali che determinano, sfruttando l'Albedo del luogo, di aumentare la produttività complessiva. Sono minimizzati i pilastri (3 pilastri per ogni 28 moduli) rispetto ai sistemi tradizionali.

Con l'inseguitore SF7 Bifacial, è possibile ottimizzare la pulizia dei moduli fissando ciascuna fila nella posizione desiderata, ottenendo così la pulizia simultanea di moduli appartenenti ad inseguitori differenti. Inoltre, gli spazi tra gli inseguitori sono percorribili dai veicoli. Questa tipologia di tracker si adatta perfettamente ai tracciati irregolari, consentendo un pieno utilizzo della superficie disponibile.

La seguente tabella mostra la configurazione utilizzata per l'impianto fotovoltaico

TIPOLOGIA	SF7 Bifacial
Azimuth ($^\circ$)	0°
Angolo di Rotazione	$\pm 60^\circ$
Interdistanza (m)	10
Installazione	Da esterno
Materiali	Acciaio zincato e inossidabile
Consumo di energia	Motori autoalimentati
Comunicazione	Wireless
Trasmissione	Attuatore rotativo elettromeccanico

6.4. Stazioni di energia

Si intendono per stazioni di energia le cabine elettriche finali di trasformazione MT/BT.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 20
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Le cabine previste a progetto saranno di tipo prefabbricato ospitate in container contenente tutte le apparecchiature previste già cablate.

Le stazioni di energia sono equipaggiate con:

- Quadro MT a tre scomparti:
 - scomparto arrivo linea equipaggiato con sezionatore di sbarra e sezionatore di terra;
 - scomparto partenza linea equipaggiato con sezionatore di sbarra e sezionatore di terra;
 - scomparto protezione trasformatore equipaggiato con sezionatore di sbarra, sezionatore di terra ed interruttore automatico di protezione con relè 50-51-51N
- Trasformatore a doppio secondario 30/0.8kV, P=9000kVA oppure P=6600kVA oppure 3300kVA (vedere tabella) isolato in olio, ONAN, gruppo vettoriale Dy11-y11 (Dy11 per 3300kVA)¹;
- Quadro di BT equipaggiato con interruttori automatici magnetotermici, SPD e controllore permanente di isolamento;
- Trasformatore ausiliari 5kVA 800/400V 3F+N
- Unità di supervisione SACU installata in contenitore posizionato sul fianco del container

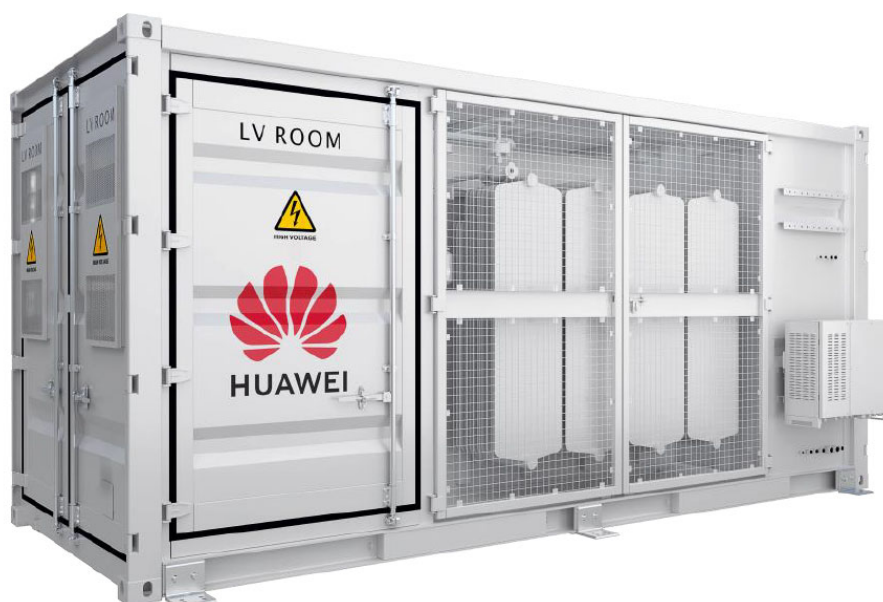


Figura 6.4: Stazione di energia

¹ Le stazioni di energia di potenza 9000kVA e 6000kVA hanno il trasformatore MT/BT a doppio secondario

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 21
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Le stazioni di energia previste nel progetto sono le seguenti

ZONA	N. STAZIONI	POTENZA [kVA]
Scala Erre 1	2	9000
	1	6600
Scala Erre 2	1	9000
Scala Erre 3	2	9000
Lipiani 2 e Lipiani 3	2	6600
	1	3300
San Giorgio 1	1	6600
Lipiani 1	1	3300
Palmadula 1	1	6600
	1	3300
Palmadula 2	1	3300
Palmadula 3	1	3300
Palmadula 4	1	3300
Palmadula 9	5	9000
	1	6600
Canaglia 1	1	9000
	1	6600
Palmadula 5	5	9000
	1	3300
La Corte 1	1	6600
	1	3300
La Corte 2	1	3300
La Corte 3	1	9000
	1	6600
La Corte 4	1	6600
La Corte 5	1	6600
Palmadula 6	2	9000
	1	6600
Palmadula 7	3	9000
Palmadula 8	3	9000
Palmadula 10	1	9000

Tabella 6.3: Numero cabine di campo (stazioni di energia)

Nella sottostante Figura 6.5 è mostrata la disposizione dei componenti all’interno del container.

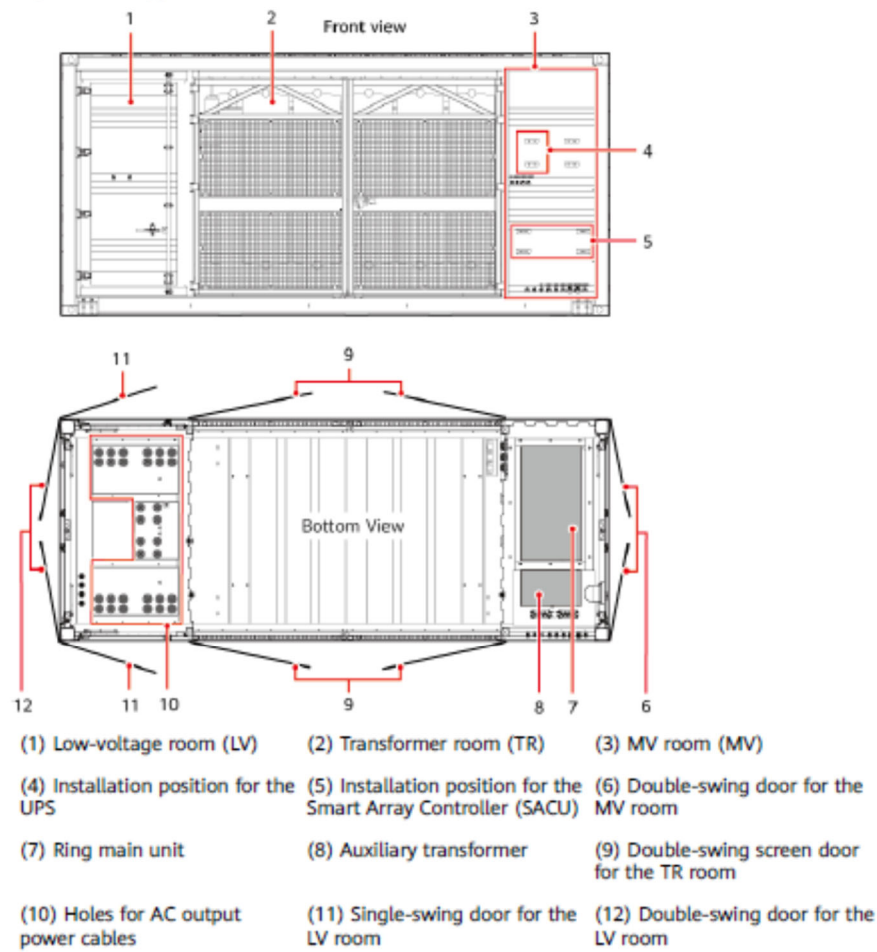


Figura 6.5: disposizione componenti all'interno della stazione di energia

Nella sottostante tabella sono riassunti i principali dati elettrici dei quadri e del trasformatore.

INGRESSO	
Numero di inverter previsti massimo	30 (per stazione 9000kVA)
	22 (per stazione 6600kVA)
	11 (per stazione 3300kVA)
Potenza massima in ingresso [kVA] @40°C	9000
	6600
	3300
Caratteristiche quadro BT	Tensione 800V. Due sezioni con interruttori automatici magnetotermici (uno per ciascun inverter). Per la stazione 3300 è presente una sola sezione
Protezione da sovratensioni	Tipo I+II
Sistema elettrico lato BT	IT con controllore permanente di isolamento

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 23
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

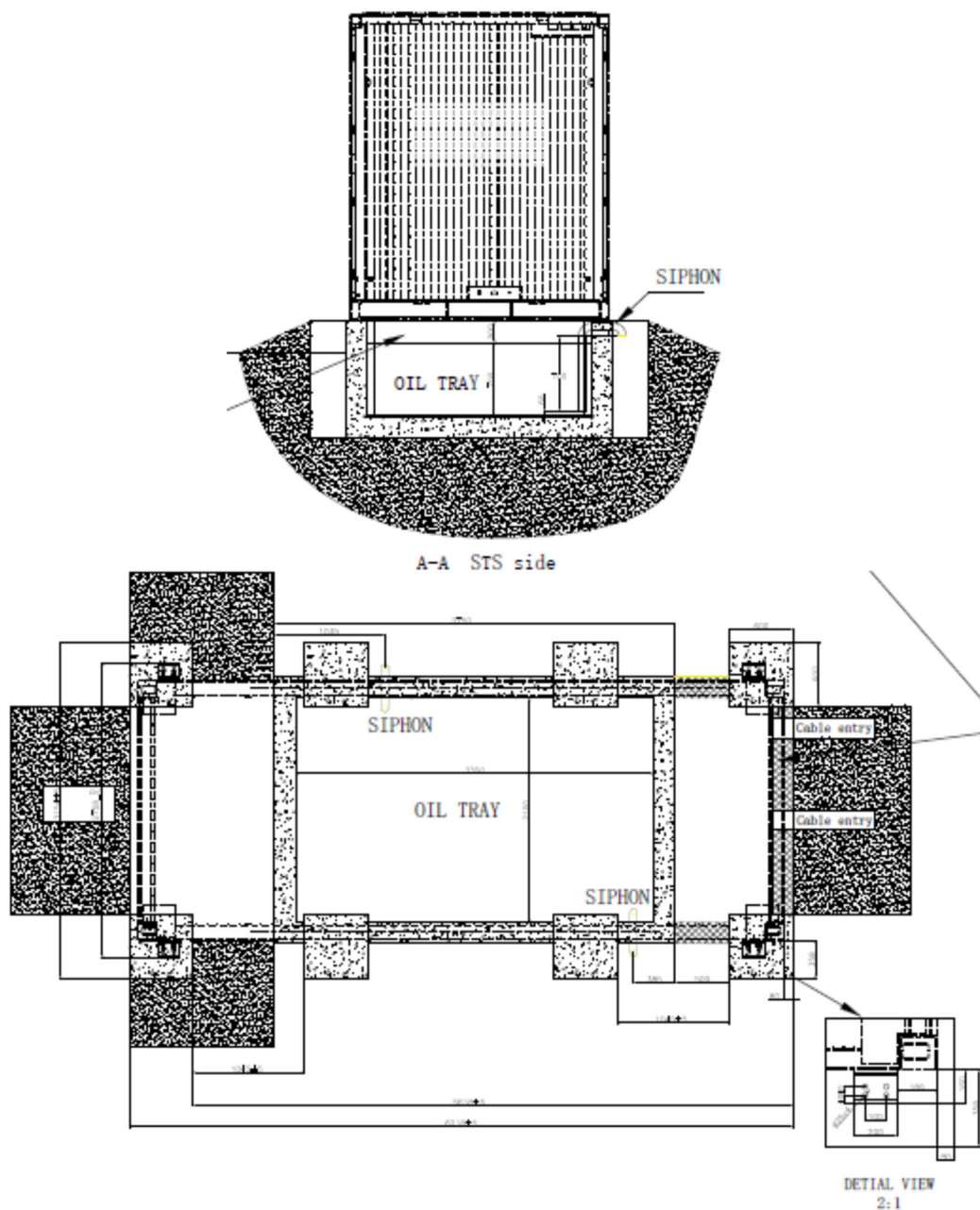
USCITA	
Tensione uscita [kV]	30
Frequenza [Hz]	50
Potenza [kVA]	9000 @ 40°C 6600 @ 40°C 3300 @ 40°C
Tipo di trasformatore	Isolato in olio con conservatore raffreddamento ONAN Doppio avvolgimento secondario (singolo avvolgimento secondario per 3300)
Protezioni trasformatore	Livello olio Temperatura olio Pressione olio Relè Buchholz
Gruppo vettoriale	Dy11-y11 (Dy11 per 3300)
Vcc% [%]	9.55% (9000kVA) 7% (6600kVA) 7,8% (3300kVA)
Tipo di quadro MT	Isolato in gas SF6 – Interruttori automatici sotto vuoto
Tenuta al c.c.	20kA 3s
Protezioni implementate su cella trasformatore	50-51-51N
Capacità di tenuta all'arco interno	IAC A 20kA 1s
CARATTERISTICHE GENERALI	
Trasformatore ausiliari	5kVA isolato in aria 800/400V
Dimensioni e peso	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container) – 22t

Tabella 6.4: caratteristiche delle stazioni di energia

La stazione è dotata di sistema di monitoraggio e sistema anti PID (Potential-induced degradation) collocato in contenitore metallico posizionato a fianco del container.

Ciascun container verrà installato su blocco di fondazione in cls armato e completo di vasca per il contenimento dell'olio del trasformatore.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 24
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	



6.5. Cabine di testa

Le cabine di testa contengono i quadri di MT di arrivo da SST, il trasformatore ausiliari, il quadro di distribuzione di BT ausiliari e le apparecchiature per videosorveglianza e supervisione.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 25
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Le cabine di testa sono in numero di 30. Alcune zone sono state suddivise in sottozone a causa della elevata superficie e quindi dell'elevata potenza del campo fotovoltaico, considerando che sulle linee di MT a 30kV è opportuno non avere potenze superiori a 22-25MW.

Derivate da SSTN

CT1: Scala Erre 1;
CT2: Scala Erre 2;
CT3: Scala Erre 3;
CT4: Lipiani 1;
CT5: Lipiani 2;
CT6: Lipiani 3;
CT7: San Giorgio 1.

Derivate da SSTS

CT8: Palmadula 5A;
CT9: Palmadula 5B;
CT10: Palmadula 5C;
CT11: Palmadula 9A;
CT12: Palmadula 9B;
CT13: Palmadula 9C;
CT14: Palmadula 10;
CT15: Palmadula 4;
CT16: Palmadula 1;
CT17: Palmadula 2;
CT18: Palmadula 3;
CT19: Palmadula 6A;
CT20: Palmadula 6B;
CT21: Palmadula 7A;

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 26
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

CT22: Palmadula 7B;

CT23: Palmadula 8A;

CT24: Palmadula 8B;

CT25: La Corte 1;

CT26: La Corte 2;

CT27: La Corte 3;

CT28: La Corte 5;

CT29: La Corte 4;

CT30: Canaglia 1.

Le caratteristiche dei quadri MT sono riportate nel seguito.

6.5.1. Quadri MT

Parametri del sistema elettrico

- Tensione nominale 302kV
- Frequenza nominale 50Hz
- Numero di fasi 3
- Corrente simmetrica max di cto cto trifase sul sistema MT 16kA
- Messa a terra del sistema MT isolato
- Corrente di guasto monofase a terra sul sistema MT 40 A
- Corrente simmetrica max di cto cto F-N su ausiliari BT ≤6kA

Norme di riferimento

- IEC 62271-1: Per le prescrizioni comuni su apparecchiature di manovra e comando ad alta tensione
- IEC/EN 62271-200: Per le apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 27
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- IEC 62271-100 Per gli interruttori
- IEC 62271-102 Per i sezionatori di terra
- IEC 62271-103 Per gli interruttori di manovra-sezionatori
- IEC 62271-105 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata
- IEC 62271-106 Per i contattori
- IEC 62271-206 Per gli indicatori di presenza tensione
- IEC 60255 Per i relè di protezione
- IEC 61869-2 Per i trasformatori di corrente
- IEC 61869-3 Per i trasformatori di tensione
- IEC 60044-8 Per i trasformatori di corrente elettronici
- IEC 62271-2 Per il coordinamento dell'isolamento
- IEC 60529 Per le classi di protezione
- IEC 62271-100 Per le condizioni climatiche severe
- IEEE 693 Prove di qualificazione al sisma del quadro

Caratteristiche generali

Ciascuna unità funzionale sarà identificata per mezzo di una targa serigrafata che indicherà chiaramente la funzione e le caratteristiche elettriche.

Le unità funzionali saranno suddivise in compartimenti segregati tra loro con diaframmi caratterizzati da un grado di protezione non inferiore a IP2X. Per ciascuna unità funzionale si dovranno identificare i seguenti compartimenti:

- compartimento sbarre in comune a tutte le unità (se previste più unità affiancate);
- compartimento interruttore di manovra-sezionatore/sezionatore;
- compartimento apparecchi (contenente l'interruttore, TA, TV, eventuali fusibili, sezionatore di messa a terra, isolatori capacitivi, terminali dei cavi);
- compartimento bassa tensione (contenente gli strumenti, i relè e gli ausiliari di bassa tensione).

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 28
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

L'accesso ai vari compartimenti non deve essere possibile allorquando le apparecchiature ivi racchiuse siano in tensione ed esposte.

Se un compartimento di una unità funzionale dovesse essere aperto dovrà essere comunque garantita la continuità di servizio di tutti gli altri compartimenti (richiesta classificazione LSC2A secondo CEI EN 62271-200).

Le segregazioni tra le parti attive ed un compartimento accessibile aperto potranno essere realizzate preferibilmente mediante diaframmi o otturatori metallici (classificazione PM secondo CEI EN 62271-200); sarà comunque accettata la realizzazione mediante diaframmi o otturatori isolanti (classificazione PM secondo CEI EN 62271-200).

Il quadro dovrà essere classificato IAC A FLR per una corrente d'arco interna di 16 kA e della durata di 1 s (definizione secondo CEI EN 62271-200).

Il quadro dovrà essere dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre ed in particolare dovranno essere garantiti almeno i seguenti blocchi ed interblocchi meccanici:

- la chiusura dell'interruttore di manovra-sezionatore/sezionatore deve poter essere possibile solo con sezionatore di terra aperto e con porta di accesso chiusa;
- il sezionatore di messa a terra deve poter essere chiuso solo con interruttore di manovra-sezionatore/sezionatore aperto;
- l'asportabilità della porta di accesso alla cella di linea deve poter essere possibile solo con sezionatore di linea aperto e linea messa a terra;
- il sezionatore di linea deve essere bloccato in aperto quando la porta di accesso è aperta;
- nelle unità con sezionatore di linea non sotto carico l'operazione di chiusura o apertura di tale componente deve poter essere possibile solo a interruttore aperto.

Tutte le parti metalliche, ad eccezione degli involucri in acciaio inox e dei particolari zincati/elettrozincati, dovranno essere trattate e verniciate secondo il seguente ciclo: sgrassatura, decappaggio, fosfatizzazione, passivazione, verniciatura con polvere epossidica.

Caratteristiche delle apparecchiature

Gli interruttori automatici saranno in esecuzione asportabile/rimovibile ed isolati in gas SF6 oppure in vuoto. Ogni interruttore sarà del tipo motorizzato con motore carica molle, bobine di apertura e chiusura, contatti ausiliari.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 29
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

I sezionatori di linea dovranno essere opportunamente dimensionati per resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti alle correnti di c.to c.to specificate. Dovranno essere previsti opportuni interblocchi con gli interruttori per evitare errori di manovra e dotati di contatti ausiliari.

I sezionatori di terra dovranno essere opportunamente dimensionati per resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti alle correnti di c.to c.to specificate. Dovranno essere previsti opportuni interblocchi con i sezionatori di linea e con gli interruttori per evitare errori di manovra e dovranno essere dotati di contatti ausiliari. Tutti i sezionatori di messa a terra dovranno essere dotati di potere di chiusura.

Sui vari scomparti del quadro dovranno essere presenti dei blocchi a chiave o comunque degli interblocchi meccanici che consentiranno di prevenire errate manovre agli operatori e di impedire a questi ultimi l'accesso alle parti in tensione.

Inoltre dovranno essere previsti i blocchi a chiave necessari in relazione alle seguenti finalità:

- Unità funzionale arrivo linea: mettere in sicurezza il cavo in media tensione proveniente dalla cabina adiacente ed evitare allo stesso tempo la messa a terra del cavo in tensione.
- Unità funzionali protezione trasformatore/linea e unità misure: accedere in sicurezza all'interno del box del trasformatore ed evitare allo stesso tempo la messa a terra del cavo in tensione.

I riduttori di corrente e tensione saranno del tipo con isolamento in resina epossidica.

La prestazione dei TV e dei TA dovrà essere sufficiente per l'alimentazione dei carichi sottesi quindi i valori di prestazione riportati sullo schema unifilare allegato sono da ritenersi come minimo vincolante e potranno essere incrementati dal costruttore in funzione dell'assorbimento delle apparecchiature effettivamente installate.

I morsetti dei TV dovranno essere riportati in morsettiera con morsetti di tipo sezionabile mentre i TA dovranno essere riportati in morsettiera con morsetti di tipo cortocircuitabile e quindi collegati alle corrispondenti protezioni o strumenti di misura.

I circuiti secondari dei TV dovranno essere protetti da interruttori magnetotermici.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 30
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

I circuiti secondari dei TV e dei TA dovranno essere collegati a terra (se non è prevista la separazione col primario con uno schermo messo a terra) con un conduttore di sezione minima 2,5 mm² se protetto meccanicamente, altrimenti 4 mm².

I relè di protezione verranno montati nella cella strumenti in modo da essere visibili dal fronte del pannello.

Per tutti i relè di protezione le funzioni protettive previste dovranno essere 51.S1 (I>), 51.S2 (I>>), 51.S3 (I>>>), 51N.S1 (IO>), 51N.S2 (IO>>).

Al fine dello scambio d'informazioni con il sistema di supervisione/telecontrollo su ciascun relè dovranno essere appoggiati i segnali pertinenti ai dispositivi della medesima unità funzionale: posizione sezionatore di linea, interruttore, sezionatore di terra, allarme SF6 interruttore (se applicabile), stato del selettore di comando Locale/Distante, comandi di apertura e chiusura remoti dell'interruttore. Ciascun relè dovrà essere dotato di interfaccia Modbus per la connessione con il sistema di supervisione.

Ogni quadro dovrà essere fornito con le predisposizioni necessarie per la supervisione/telecontrollo da remoto.

Tutti i segnali provenienti dai relè elettronici o da altre apparecchiature specifiche dovranno far capo (direttamente o indirettamente) ad un Energy Server fornito a bordo quadro che dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche principali:

- connessione Ethernet TCP/IP per l'invio di dati ad un "cloud"/sistema di supervisione;
- supporto ai principali protocolli di trasferimento: HTTP, HTTPS, FTP e SMTP;
- configurazione attraverso pagine web integrate;
- visualizzazione di dati in tempo reale e informazioni storiche da diverse posizioni mediante un browser web supportato.

6.5.2. *Trasformatore MT/BT circuiti ausiliari*

Il trasformatore ausiliari presenterà le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale da 160 kVA;
- Tensione nominale primaria 30kV $\pm$ 2x2.5%;

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 31
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- Tensione nominale secondaria 400V 3F+N;
- Frequenza 50Hz;
- Gruppo vettoriale Dyn11;
- Isolamento in resina;
- Classe di perdita A0Ak (CEI EN 50464-1);
- Classe di isolamento termica F;
- Classe Climatica C2;
- Classe Ambientale E2 conforme alla norma CEI EN 60076-16;
- Classe comportamento al fuoco F1;
- Resistenza ad un alto livello di umidità >95 %;
- Ventilazione naturale (AN);
- Installazione da interno.

Sarà ospitato in box metallico con porte dotate di serratura interbloccata con sezionatore di terra lato MT

6.5.3. Quadri BT

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alla Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) e CEI EN 61439-2 (CEI 17-114), ed essere realizzati in forma 2.

La tipologia costruttiva dei quadri ed il cablaggio della componentistica elettromeccanica deve consentire il comando delle apparecchiature ad essi collegate ed il ripristino delle specifiche protezioni preferibilmente senza l'accesso alle parti interne del quadro. L'accesso alle parti interne del quadro deve essere vincolato al sezionamento della linea di alimentazione.

Le caratteristiche principali del quadro saranno le seguenti:

- Sistema sbarre 3F+N/2
- Tensione di esercizio 400V/230V
- Frequenza di esercizio 50Hz

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 32
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- Tensione di isolamento 690 V
- Corrente nominale nelle sbarre 250A
- Corrente ammissibile di breve durata 10kA
- Sistema di messa a terra TN-S
- Materiale Lamiera d'acciaio verniciata
- Forma di segregazione 2b
- Grado di protezione a portelle chiuse IP43
- Grado di protezione a portelle aperte IP2X
- Linee in entrata dal basso
- Linee in uscita dal basso o dall'alto
- Accessibilità dal fronte

6.5.4. Impianti di cabina

Ogni cabina sarà dotata di:

- Impianto di illuminazione ordinaria realizzato con plafoniere in polycarbonato di potenza 1x30W comandate da interruttori bipolari (un polo per inibizione lampade di sicurezza);
- Impianto di illuminazione di sicurezza con autonomia 2 ore e possibilità di inibizione;
- Impianto prese di servizio;
- Rete di terra realizzata con corda in rame nudo posata a contatto con il terreno lungo il perimetro della cabina e lungo gli scavi per la connessione elettrica con gli inverter. Ogni cabina sarà dotata di collettore di terra al quale saranno collegate tutte le masse e il neutro del trasformatore ausiliari.

L'impianto di servizio della cabina sarà realizzato in esecuzione in vista a parete con tubazioni in PVC rigido pesante e canalizzazioni in lamiera.

6.6. Impianto di accumulo (BESS)

Il sistema di storage (BESS) sarà installato in vicinanza della cabina di testa CT3 e sarà caratterizzato dai seguenti parametri:

Potenza massima [MVA]	41,25
Capacità di accumulo [MWh]	82,56
Numero di stazioni di conversione DC/AC e trasformazione	15
Numero di container batterie	30

Tabella 6.5: caratteristiche generali BESS

il sistema di accumulo di energia è realizzato con 15 unità di accumulo, conversione e trasformazione ciascuna composta da due unità batterie di capacità 2752 kWh e da una unità di conversione/trasformazione di potenza 2750kVA per un totale di 82,56 MWh di capacità e 41,25 MVA di potenza. Ogni unità è contenuta all'interno di un container nel quale sono alloggiate tutte le apparecchiature previste. I container batterie sono equipaggiati con batterie LFP (Lito – Ferro – Fosfato) raffreddate a liquido.

6.6.1. Stazioni di conversione

Le stazioni di conversione DC/AC saranno ospitate all'interno di un container prefabbricato e precablato contenente:

- I convertitori c.c./c.a. in numero di due per ciascuna unità
- Le protezioni da sovratensioni e sovracorrenti
- Il trasformatore elevatore
- Il quadro di MT

Lo schema elettrico di principio è rappresentato nella seguente figura:

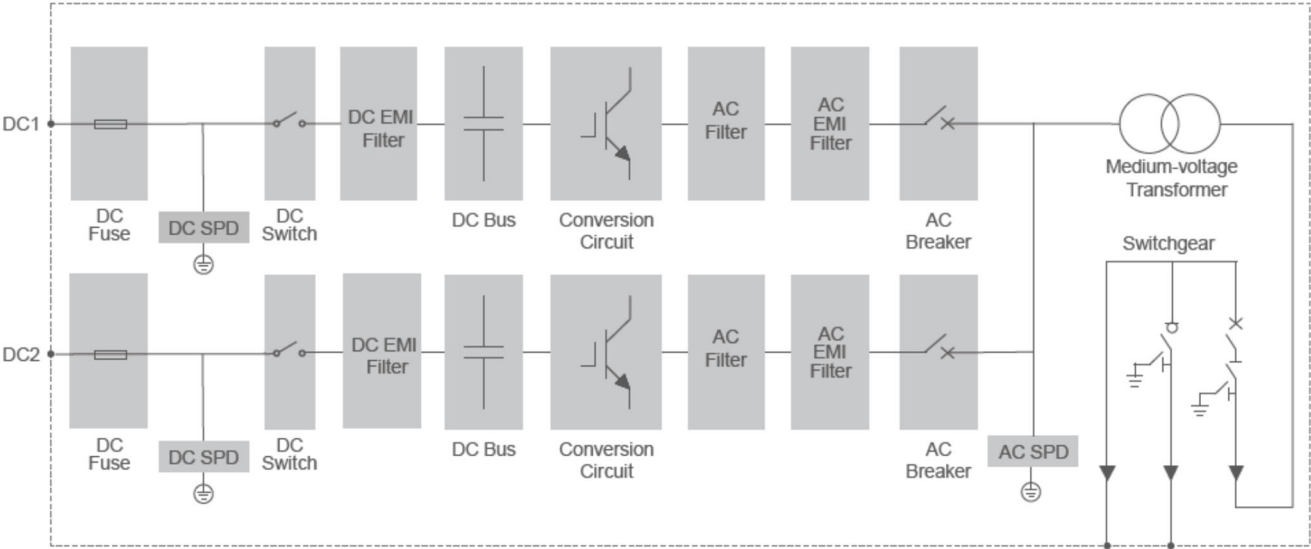


Figura 6.6: Schema di principio unità di conversione cc/ca

Le principali caratteristiche del sistema sono indicate nella seguente tabella:

INGRESSO C.C.	
Intervallo di tensione in ingresso [Vcc]	800-1500
Massima corrente in ingresso [A]	1935
Numero di ingressi c.c.	2
Protezioni lato c.c.	Fusibili + SPD
CONVERTITORE C.C. - C.A.	
Tensione [V]	550 3F
Frequenza [Hz]	50
Potenza in uscita [kVA]	2750 @ 45°C
Distorsione armonica [%]	<3
Fattore di potenza	>0.99
USCITA C.A.	
Tensione uscita [kV]	30
Frequenza [Hz]	50
Potenza [kVA]	2750 @ 45°C
Tipo di trasformatore	Isolato in olio con conservatore raffreddamento ONAN
Protezioni trasformatore	Livello olio
	Temperatura olio
	Pressione olio
	Relè Buchholz
Gruppo vettoriale	Dy11

Tipo di quadro MT	Isolato in gas SF6 – Interruttori automatici sotto vuoto
Protezioni implementate su cella trasformatore	50-51-51N
Capacità di tenuta all’arco interno	IAC A 20kA 1s
CARATTERISTICHE GENERALI	
Trasformatore ausiliari	5kVA isolato in aria 800/400V
Dimensioni e peso	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20’ HC Container) – 16t

6.6.2. Unità batterie

Il sistema di accumulo sarà realizzato con unità batterie realizzate con un container all’interno del quale sono installate le batterie tipo LTF con raffreddamento a liquido.

Ciascuna unità di capacità pari 2752kWh contiene le batterie installate in 8 rack con 6 moduli batteria per rack, 8 convertitori c.c./c.c., unità di raffreddamento a liquido, sistema di protezione contro gli incendi e tutti i sistemi ausiliari necessari (alimentazione, comunicazione/supervisione, ventilazione).

Ciascun convertitore c.c./c.c. è dotato di protezioni da sovracorrente a fusibile ed SPD per la protezione da sovratensioni.

Lo schema di principio del convertitore è rappresentato nella figura sottostante:

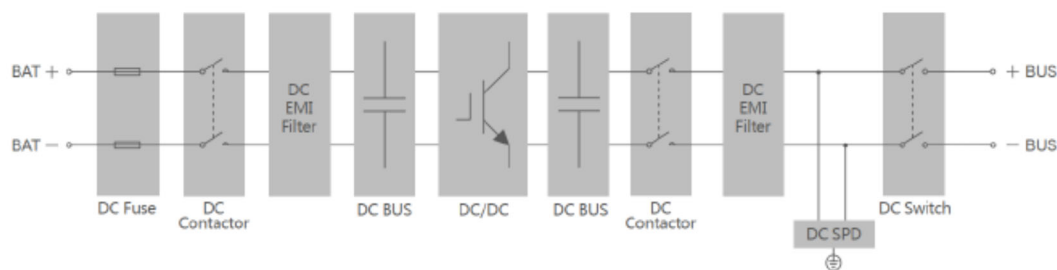


Figura 6.7: schema del convertitore c.c./c.c.

Le principali caratteristiche dell’unità batteria sono riassunte nella seguente tabella:

Tipo di batterie	LFP (Litio-Ferro-fosfato)
Capacità batterie [kWh]	2752
Numero di ingressi c.c.	2

Intervallo di tensione [V]	1160-1500
CONVERTITORE C.C./C.C.	
N. di convertitori per unità	8
Potenza nominale [kW]	175
Intervallo di tensione [V]	500-1500
Rendimento [%]	99
Protezioni	Polarità inversa Sovratensioni (tipo II) Controllo isolamento Sovratemperatura
Protezioni contro l'incendio e l'esplosione	Sistema di rilevazione fumo Sistema di spegnimento a sprinkler Rilevatori di calore Rilevatori di gas infiammabile Ventilazione
CARATTERISTICHE GENERALI	
Dimensioni e peso	9340 x 2600 x 1730 mm 26.4t

6.7. Cavi elettrici e vie cavi

6.7.1. Cavi per correnti continue

I cavi di cui al presente paragrafo collegano la fine della stringa fotovoltaica (polo positivo e polo negativo) all'inverter. I cavi impiegati saranno realizzati con conduttore in corda flessibile di rame stagnato, classe 5, isolante in mescola LSOH di gomma reticolata conforme alla norma EN 50618, guaina esterna in Mescola LSOH di gomma reticolata speciale conforme a EN50618, tensione massima di esercizio fino a 1800Vcc, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura minima di esercizio -40°C, temperatura massima di corto circuito 250°C. Il cavo in questione (Figura 6.8**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) dovrà essere conforme al regolamento prodotti da costruzione CPR (UE) n. 305/11.

Tipo H1Z2Z2- K Prysmian o equivalente.

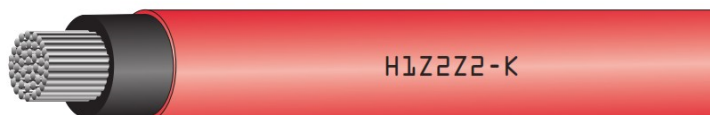


Figura 6.8: Cavo per circuiti in c.c.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 37
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Tutti i cavi per il collegamento in corrente continua devono essere protetti nel caso in cui il loro percorso possa essere soggetto a danneggiamenti. A tal fine possono essere utilizzate tubazioni protettive in PVC o altra tipologia di condotto di tipo non metallico.

6.7.2. Cavi per circuiti in BT alla tensione di 800V

Per i collegamenti in corrente alternata tra inverter e quadri elettrici AC e tra quadri elettrici AC e trasformatore saranno utilizzati cavi con conduttori in alluminio idonei a trasporto di energia e alla posa in aria libera o direttamente interrati o interrati in tubo.

I cavi elettrici impiegati saranno di tipo unipolare, con conduttore in corda di alluminio, rigida compatta, classe 2, isolante in mescola di polietilene reticolato XLPE e guaina esterna in mescola termoplastica di poliolefina, tensione nominale di esercizio 0,6/1kV, temperature massima di esercizio 90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto per posa direttamente interrata o interrata in tubo (Figura 6.9). La sezione impiegata sarà di 300mm². I cavi devono essere idonei all'interramento diretto senza utilizzo di ulteriori tubazioni di contenimento e senza preparazione specifica del terreno.

Tipo ARG16R16 Prysmian o equivalente.



Figura 6.9: Cavo in Al per circuiti a 800Vca

6.7.3. Cavi per circuiti in BT alla tensione di 400V

Verranno utilizzati per tutti i circuiti ausiliari e di servizio (illuminazione, ausiliari, circuiti prese, ecc.).

Saranno utilizzati cavi con conduttori in rame idonei a trasporto di energia e alla posa in aria libera in tubo o canalizzazione, direttamente interrati o interrati in tubo.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 38
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

I cavi elettrici impiegati saranno di tipo unipolare o multipolare (questi ultimi per sezioni non superiori a 25mm²), con conduttore in corda di rame, flessibile, rosso ricotto, classe5, isolante in mescola di polietilene reticolato XLPE e guaina esterna in mescola termoplastica di poliolefina, tensione nominale di esercizio 0,6/1kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto per posa direttamente interrata o interrata in tubo (Figura 6.10). I cavi devono essere idonei all'interramento diretto senza utilizzo di ulteriori tubazioni di contenimento e senza preparazione specifica del terreno.

Tipo FG26(O)R16 Prysmian o equivalente.

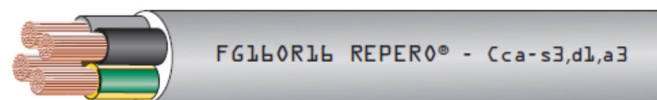


Figura 6.10: Cavo in Cu per circuiti a 400Vca

6.7.4. Cavi per circuiti in MT

Per i collegamenti in Media Tensione a 30kV, a partire dal quadro MT di sottostazione sarà utilizzato cavo tripolare avvolto a elica visibile avente le seguenti caratteristiche:

Conduttore in alluminio a corda rotonda compatta, strato semiconduttore estruso, isolamento in polietilene reticolato DIX8, strato semiconduttivo esterno in mescola estrusa, rivestimento protettivo in nastro semiconduttore igroespandente, schermo in alluminio avvolto a cilindro longitudinale con resistenza max. 3Ω/km, guaina in polietilene colore rosso ();

Tensione nominale di esercizio U₀/U 18/30 kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura minima di esercizio -15°C, temperatura massima di corto circuito 250°C. Posa interrata nelle condizioni di cui all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Tipo ARE4H5EX Prysmian o equivalente.



Figura 6.11: Cavo per circuiti MT

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 39
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Le sezioni previste sono le seguenti:

DENOMINAZIONE LINEA	SEZIONE/MATERIALE
BESS	3(2x120mm ²) / Al
Palmadula 5A - C8	3(2x120mm ²) / Al
Palmadula 5B – C9	3(2x185mm ²) / Al
Palmadula 5C – C10	3(2x185mm ²) / Al
La Corte 3 – C27	3(2x185mm ²) / Al
La Corte 1 – C25	3(2x185mm ²) / Al
BESS	3(2x120mm ²) / Al
Palmadula 8A - C23	3(2x185mm ²) / Al
Palmadula 8B - C24	3(1x185mm ²) / Al
Palmadula 7A - C21	3(2x185mm ²) / Al
Palmadula 7B - C24	3(1x185mm ²) / Al
Palmadula 6A – C19	3(2x120mm ²) / Al
Palmadula 6B - C20	3(1x185mm ²) / Al
Palmadula 10 – C14	3(1x185mm ²) / Al
BESS	3(2x120mm ²) / Al
Palmadula 9A – C11	3(2x185mm ²) / Al
Palmadula 9B – C12	3(2x185mm ²) / Al
Palmadula 9C – C13	3(2x185mm ²) / Al
Canaglia 1 – C30	3(2x120mm ²) / Al
Palmadula 4 – C15	3(2x185mm ²) / Al

Tabella 6.6: sezioni cavi MT da SSTs

DENOMINAZIONE LINEA	SEZIONE/MATERIALE
Scala Erre 1 – C1	3(2x300mm ²) / Al
Scala Erre 2 – C2	3(1x185mm ²) / Al
Scala Erre 3 – C3	3(2x185mm ²) / Al
Li Piani 1 – C4	3(2x300mm ²) / Al

Tabella 6.7: sezioni cavi MT da SSTN

DENOMINAZIONE LINEA	SEZIONE/MATERIALE
Linee in entra/esci tra cabine di testa (quando previsto) ²	3(1x185mm ²) / Al
Alimentazione cabine di campo	3(1x120mm ²) / Al

Tabella 6.8: sezioni cavi MT per distribuzione secondaria

² Per i campi di piccola potenza, più cabine di testa sono collegate alla stessa linea uscente da SST

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 40
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

6.7.5. Cavi per circuiti a correnti deboli

I cavi per circuiti a correnti deboli dovranno essere posati in tubi/canali separati dai cavi di energia e presenteranno le seguenti caratteristiche (a seconda dell'utilizzo):

Cavi per rete dati in rame

- Cavo 4x2x23AWG;
- Conduttore in rame rosso ricotto;
- Tipo UTP;
- Isolante in polietilene a bassa densità;
- Guaina LSZH di qualità M1;
- Con crocetta separatrice in polietilene;
- Classificazione CPR Cca-s1b-d1-a1
- Categoria 6.

Cavi per rete dati in fibra ottica

- Cavo in fibra ottica monomodale OS2, 9/125;
- Tipo loose;
- Adatto per posa in interno/esterno;
- Dotata di protezione antiroditore;
- Guaina tipo LS0H;
- Dotato di 12 coppie.

Cavi per interfaccia RS485

- tipo multipolare, flessibile, in rame ricotto;
- cavo twistato e schermato;
- sezione 2x1.5mm².

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 41
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

7. DESCRIZIONE DELLE OPERE

7.1. Rete MT

Le opere in oggetto hanno origine a partire dal quadro di distribuzione MT della sottostazione elettrica.

La rete in MT sarà esercita alla tensione di 30kV a neutro isolato.

I cavi di MT saranno posati in scavi appositamente predisposti alla profondità di almeno 80cm dal piano di campagna (CEI 11-17 par. 4.3.11 e). La distanza si intende tra la superficie di appoggio del cavo e il livello del suolo. Per garantire un adeguato margine di sicurezza la profondità di scavo sarà fissata in 100cm.

La protezione meccanica del cavo sarà realizzata con tegoli o coppelle in cemento.

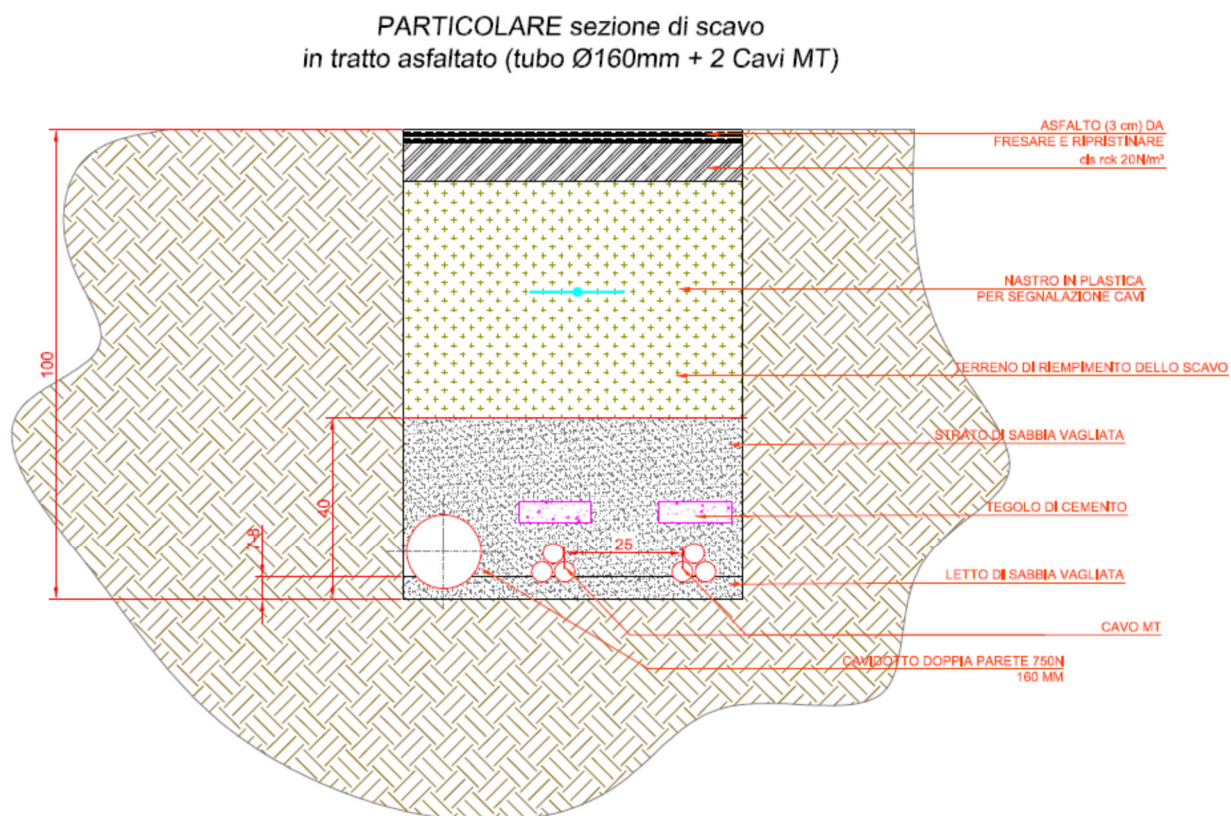


Figura 7.1: Sezione tipica di scavo per cavi MT

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 42
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Le caratteristiche delle linee derivate dal quadro MT di SST sono riportate nella seguente tabella:

Zona	Tipo di posa	Formazione cavo	Portata di corrente [A]	Potenza del campo in uscita da inverter [MVA]
BESS	Interrato direttamente con protezione meccanica	3x(2x120mm ²)/Al	369	13,75
Palmadula 5A - C8	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x120mm ²) / Al	369	13,53
Palmadula 5B – C9	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,14
Palmadula 5C – C10	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,14
La Corte 3 – C27	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,14
La Corte 1 – C25	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	18,45
BESS	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x120mm ²) / Al	369	13,75
Palmadula 8A - C23	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	18,48
Palmadula 8B - C24	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(1x185mm ²) / Al	232	9,24
Palmadula 7A - C21	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,47
Palmadula 7B - C22	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(1x185mm ²) / Al	232	9,9
Palmadula 6A – C19	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x120mm ²) / Al	369	14,52
Palmadula 6B - C20	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(1x185mm ²) / Al	232	9,24
Palmadula 10 – C14	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(1x185mm ²) / Al	232	7,92
BESS	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x120mm ²) / Al	369	13,75
Palmadula 9A – C11	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,47
Palmadula 9B – C12	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,47
Palmadula 9C – C13	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	17,49
Canaglia 1 – C30	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x120mm ²) / Al	369	16,83
Palmadula 4 – C15	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	17,26

Tabella 7.1: Caratteristiche cavi MT per distribuzione principale da SSTs

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 43
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Zona	Tipo di posa	Formazione cavo	Portata di corrente [A]	Potenza del campo [MVA]
Scala Erre 1 – C1	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x300mm ²) / Al	605	26,07
Scala Erre 2 – C2	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(1x185mm ²) / Al	232	9,9
Scala Erre 3 – C3	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x185mm ²) / Al	464	19,14
Lipiani 1 – C4	Interrato direttamente con protezione meccanica	3(2x300mm ²) / Al	605	22,08

Tabella 7.2: Caratteristiche cavi MT per distribuzione principale da SSTN

I cavi sopra descritti si attesteranno sulle cabine di testa sui terminali del rispettivo quadro MT di zona.

Dai quadri MT di testa è prevista l'alimentazione delle cabine di campo (stazioni di energia) alimentate in antenna mediante cavo ARE4H5EX 18/30kV di sezione 3x185mm².

È inoltre prevista una sezione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di zona mediante trasformatore MT/BT 30/0.4kV e relativo quadro di distribuzione di BT.

7.2. Rete BT

La rete di alimentazione a 800V verso gli inverter ha origine dalle cabine di campo.

Il sistema elettrico della centrale fotovoltaica a 800V sarà esercito come sistema IT, ovvero isolato da terra. In un sistema elettrico isolato da terra, il primo guasto a terra determina il passaggio di corrente prevalentemente capacitiva. La corrente, in caso di guasto franco a terra, è costituita dalla corrente capacitiva e dalla corrente di dispersione resistiva. Il valore di I_d rimane tuttavia molto modesto, dell'ordine di qualche ampere e, solo in impianti molto estesi, può raggiungere la decina di ampere. Un valore così modesto delle correnti di guasto a terra consente di verificare facilmente la condizione di sicurezza

$$R_e \times I_d \leq U_L$$

(con R_e = resistenza dell'impianto di terra e I_d = corrente di guasto, U_L = tensione di sicurezza da non superare). Se la condizione è verificata, si può accettare che un eventuale guasto a terra possa permanere per un tempo indefinito. Questa è una caratteristica fondamentale nei casi in cui si voglia assicurare una continuità di servizio all'impianto e risulta economicamente fondamentale nel caso della centrale fotovoltaica.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 44
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

Il problema del sistema IT sussiste se il primo guasto a terra non viene eliminato. In questo caso, infatti, potrebbe verificarsi un secondo guasto a terra su un'altra fase del circuito, quindi si può avere l'intervento dei dispositivi di protezione di massima corrente su entrambi i circuiti, con un grande disservizio impiantistico. Per evitare questo problema sono previsti dei dispositivi di controllo permanente dell'isolamento su tutti i circuiti principali in partenza dai trasformatori MT/BT lato BT.

I servizi di centrale saranno invece eserciti come sistema TN-S, mediante l'impiego di un trasformatore MT/BT dedicato 30kV/0,4kV, con primario a triangolo e secondario a stella, con centro stella collegato a terra.

Tutta la rete elettrica verso gli inverter è cablata con conduttori tipo ARG16R16 con conduttore in alluminio ed interrata direttamente. I terminali dei cavi saranno scelti in modo da evitare fenomeni di corrosione elettrochimica e quindi idonei per serrare cavi in alluminio.

La rete dei servizi ausiliari sarà invece cablata con cavi in rame di tipo FG16OR16.

7.3. Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico sarà realizzato con moduli fotovoltaici di potenza 685W, bifacciali installati su inseguitori monoassiali. La composizione dei campi è la seguente:

DENOMINAZIONE ZONA (SOTTO- CAMPO)	NUMERO TRACKER	POTENZA C.C. [MWP]	N INVERTER	POTENZA A.C. IN USCITA DA INVERTER [MVA]	N. CABINE SECONDARIE/PO- TENZA	SOTTOSTA- ZIONE DI PROVE- NIENZA
Scala Erre 1	1.418	27,19	80	26,07	2x9000kVA 1x6600kVA	SSTN
Scala Erre 2	532	10,20	30	9,9	1x9000kVA	SSTN
Scala Erre 3	1.035	19,85	58	19,14	2x9000kVA	SSTN
Lipiani 2 e Lipiani 3	691	13,25	39	12,87	2x6600kVA 1x3300kVA	SSTN
San Giorgio 1	291	5,58	17	5,58	1x6600kVA	SSTN
Lipiani 1	188	3,60	11	3,60	1x3300kVA	SSTN
BESS1	-	13,75	-	13,75	-	SSTS
Palmadula 1	544	10,43	31	10,23	1x6600kVA 1x3300kVA	SSTS

DENOMINAZIONE ZONA (SOTTO- CAMPO)	NUMERO TRACKER	POTENZA C.C. [MWP]	N INVERTER	POTENZA A.C. IN USCITA DA INVERTER [MVA]	N. CABINE SECONDARIE/PO- TENZA	SOTTOSTA- ZIONE DI PROVE- NIENZA
Palmadula 2	171	3,28	10	3,27	1x3300kVA	SSTS
Palmadula 3	93	1,78	6	1,78	1x3300kVA	SSTS
Palmadula 4	104	1,99	6	1,98	1x3300kVA	SSTS
Palmadula 9	3070	58,88	171	56,43	5x9000kVA 1x6600kVA	SSTS
Canaglia 1	908	17,41	51	16,83	1x9000kVA 1x6600kVA	SSTS
BESS2	-	13,75	-	13,75	-	SSTS
Palmadula 5	2810	53,89	157	51,81	5x9000kVA 1x3300kVA	SSTS
La Corte 1	573	10,99	32	10,56	1x6600kVA 1x3300kVA	SSTS
La Corte 2	195	3,74	11	3,63	1x3300kVA	SSTS
La Corte 3	830	15,91	47	15,51	1x9000kVA 1x6600kVA	SSTS
La Corte 4	205	3,93	12	3,93	1x6600kVA	SSTS
La Corte 5	216	4,14	13	3,96	1x6600kVA	SSTS
BESS3	-	13,75	-	13,75	-	SSTS
Palmadula 6	1288	24,70	72	23,76	2x9000kVA 1x6600kVA	SSTS
Palmadula 7	1591	30,51	89	29,37	3x9000kVA	SSTS
Palmadula 8	1504	28,84	84	27,72	3x9000kVA	SSTS
Palmadula 10	428	8,20	25	7,92	1x9000kVA	SSTS
TOTALE	18.685	358,37	1052	345,85		

Tabella 7.3: Caratteristiche del campo fotovoltaico

Il numero totale dei moduli è quindi pari a 523.180 per una potenza di picco pari a 358,37MWp.

Ogni stringa è composta da 28 moduli fotovoltaici ed ogni inverter riceve al massimo 18 stringhe su 6 MPPT. In questo modo non si superano i limiti di tensioni e correnti previste per l'inverter

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 46
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

e, poiché ogni tracker è composto da 28 moduli (disposti su due file da 14 moduli), i cablaggi sono molto semplificati.

Il rapporto tra la potenza in c.c. e la potenza in c.a. non è mai superiore a 1,2 per massimizzare il rendimento dell'inverter e ridurre le perdite.

I cavi per la corrente continua sono di tipo N1Z2Z2-K con tensione fino a 1800Vcc e posati in canalizzazioni o interrati in tubo.

7.4. Rete di terra

La rete di terra sarà unica per ciascuna zona e costituita da una corda in rame nudo da 50 mm², interrata a circa 0,7 m di profondità, integrata da picchetti infissi nel terreno. Inoltre, verrà realizzato un anello di terra intorno alle cabine di testa ed alle cabine di campo. Gli anelli realizzati saranno resi tra di loro solidali. Fanno parte integrante del sistema di dispersione le reti elettrosaldate costituenti i ferri di armatura dei locali prefabbricati e delle platee sulle quali sono installati i container. Dalla cabina di testa saranno poi diramati i dispersori (sempre di sezione 50 mmq) sul campo fotovoltaico in direzione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. Tutte le masse di impianto saranno collegate all'impianto di terra. Tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli verranno collegate a terra. Il collegamento avverrà per mezzo di cavo con conduttore in rame collegato al dispersore di terra.

In corrispondenza di ogni cabina ed in vicinanza di ogni inverter verrà installato un collettore di terra al quale saranno collegati i dispersori e le masse em asse estranee.

7.5. Sistema di supervisione e SCADA

L'impianto sarà gestito, monitorato e controllato da remoto tramite un sistema di supervisione ed uno SCADA. Il Sistema per il controllo di supervisione e acquisizione dati dovrà essere in grado di gestire almeno le seguenti funzioni di carattere generale:

- Monitoraggio della corrente, della tensione, della Potenza DC istantanea, dell'energia DC, stato degli impianti e relativi allarmi;
- Monitoraggio dello stato di funzionamento e degli allarmi di ciascun inverter, stato e allarmi del Sistema Master/Slave, Potenza AC istantanea, Energia AC, tensione di ingresso e misura di corrente, frequenza, energia e ore di funzionamento per ciascuna modalità di funzionamento dell'inverter;

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 47
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- Capacità di modificare i parametri interni degli inverter, i parametri dell'inseguimento MPP, il set point di tensione e frequenza, il set point delle potenze attive e reattive;
- Capacità di monitorare e conservare i dati provenienti dalla stazione meteo;
- Monitoraggio di tutta la rete in AC, trasmissione degli stati degli impianti tecnologici (ad esempio intervento interruttori automatici, scaricatori di sovratensione, interventi per sovratemperatura dei trasformatori, ecc.);
- Monitoraggio dell'accesso all'area ed alle cabine con invio di allarme in caso di accesso indebito;
- Essere caratterizzato da apertura e interoperabilità per garantire integrazioni di dispositivi e sensori forniti da terze parti;
- Garantire che l'impianto soddisfi i requisiti concernenti in particolar modo la produzione e il consumo di potenza reattiva;
- Garantire la possibilità di configurare gli inverter secondo le indicazioni del gestore di rete in termini di erogazione di potenza attiva e reattiva;
- Garantire il calcolo della performance di impianto relativa al rapporto tra potenza generata ed irraggiamento solare disponibile;
- I sistemi di gestione del software dovranno includere nuovi approcci di modellizzazione e indicatori tecnico-finanziari, che consentano agli operatori di prevedere i guasti, individuare le cause di errore ed ottimizzare il funzionamento dell'impianto dal punto di vista economico;
- Capacità di produrre report di valutazione della disponibilità degli inverter;
- Capacità di recepire segnali ed allarmi dai sistemi di sicurezza;
- Messa a disposizione di un sistema di monitoraggio remoto ed un software di supervisione con accesso remoto ai dati;
- L'accesso remoto dovrà essere garantito a scopo di manutenzione e backup dei dati.

Il sistema di supervisione consente di comunicare con tutti i dispositivi dell'impianto (inverter, BESS, tracker, dispositivi di protezione e comando). Permette inoltre l'interfacciamento con un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

Esso prevede un'architettura di principio che è mostrata nella seguente figura.

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 49
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

7.6. Impianto di illuminazione

Per ogni zona è previsto un impianto di illuminazione realizzato con pali in acciaio zincato a caldo di tipo conico o rastremato infissi nel terreno con blocco di fondazione in cls di dimensioni almeno 80x80x80cm.

Si utilizzeranno proiettori a led con ottica diffondente e potenza di almeno 57W, montati su staffa a testa palo.

I pali saranno posizionati nelle vicinanze delle cabine elettriche e lungo il perimetro dell'area.

Nella seguente tabella sono indicati i numeri di pali (su ciascun palo è previsto il montaggio di un apparecchio di illuminazione) per ciascuna zona:

Zona	P Luce
Scala Erre 1	13
Scala Erre 2	9
Scala Erre 3	12
Lipiani 1	5
Lipiani 2	5
Lipiani 3	7
San Giorgio 1	5
Palmadula 1	11
Palmadula 2	6
Palmadula 3	3
Palmadula 4	5
Palmadula 5	31
Palmadula 6	14
Palmadula 7	14
Palmadula 8	24
Palmadula 9	30
Palmadula 10	7
Canaglia 1	12
La Corte 1	12
La Corte 2	4
La Corte 3	8
La Corte 4	6
La Corte 5	6
Totale	249

Tabella 7.4: Numero di pali luce

L'accensione degli apparecchi avverrà nei seguenti modi:

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: B1028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 50
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- Mediante interruttore crepuscolare (per i pali posizionati in vicinanza dei varchi di accesso alle varie aree);
- Da remoto mediante comando impartito tramite il sistema di supervisione;
- In modo automatico in caso di effrazione o accesso indebito nelle ore notturne.

7.7. Impianto TVCC

L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema TVCC provvisto di telecamere di videosorveglianza ad infrarossi posizionati su pali di altezza pari a 6 m (si utilizzeranno gli stessi pali di illuminazione dell'area). In aggiunta potrà essere valutata l'installazione di sensori di movimento anche sulle recinzioni per prevenire l'ingresso di intrusi.

Le telecamere del sistema saranno posizionate e puntate per garantire la vista di persone e veicoli che attraversano gli accessi e in posizioni chiave all'interno dell'area del sito principale. Il sistema di videosorveglianza sarà un sistema di sicurezza video ad alta qualità, alta prestazione, connesso in rete, che utilizza la tecnologia di immagini termiche a colori ad alta definizione (minimo 2Mpixel di risoluzione e 30 frame al secondo), progettato per garantire che le persone siano viste chiaramente e le intrusioni siano registrate in qualsiasi posizione all'interno dell'area coperta. Le telecamere saranno nativamente IP e collegate sulla rete locale in fibra ottica complete di media converter per conversione rame/fibra. Il sistema, per ogni campo sarà gestito con switch di tipo managed. Si specifica che la rete di comunicazione per l'impianto di videosorveglianza sarà separata da quella della supervisione. Le telecamere installate devono essere adatte a assicurare la qualità delle immagini richieste in qualsiasi condizione di illuminazione e dotate di illuminatore IR. Le telecamere faranno capo ad un NVR situato in locale presidiato con capacità di analisi video, che automaticamente rileva la presenza di intrusi nell'area coperta. Le immagini visualizzate sui monitor o recuperate dalla memoria, di almeno 10 giorni, dovranno essere di qualità adeguata per fornire un'identificazione chiara e non ambigua di persone e veicoli sull'area di impianto.

Dovranno essere previsti sistemi di archiviazione dati ridondanti, al fine di assicurare che i dati non siano persi in caso di danneggiamento, anche doloso. In caso di guasto di un elemento di archiviazione, dovrà essere garantito, in automatico, il trasferimento dei dati all'elemento ridondante. La trasmissione dati del sistema di videosorveglianza sarà interfacciata ad una rete separata in fibra ottica proveniente dal sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto fotovoltaico.

La segnaletica che avverte sull'uso di telecamere a circuito chiuso o il monitoraggio del sito sarà posizionata a intervalli regolari attorno al confine del sito per scoraggiare potenziali intrusi.

Zona	Telecamere
Scala Erre 1	39
Scala Erre 2	27
Scala Erre 3	34
Lipiani 1	14
Lipiani 2	15
Lipiani 3	19
San Giorgio 1	15
Palmadula 1	30
Palmadula 2	18
Palmadula 3	9
Palmadula 4	14
Palmadula 5	111
Palmadula 6	44
Palmadula 7	44
Palmadula 8	75
Palmadula 9	109
Palmadula 10	22
Canaglia 1	37
La Corte 1	35
La Corte 2	12
La Corte 3	24
La Corte 4	18
La Corte 5	18
Totale	783

Tabella 7.5: Numero di telecamere

Per l'installazione del sistema TVCC sarà previsto l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Pali di altezza almeno 6m f.t. per fissaggio telecamere (saranno gli stessi pali utilizzati per l'impianto di illuminazione);
- Staffe bulloni di fissaggio per le telecamere;
- Telecamere IP tipo bullet in custodia da esterno;
- Media converter per connessione della telecamera alla rete in f.o.
- Tubazioni per cavi di comunicazione e alimentazione telecamere;
- Cavi di comunicazione;
- Cavi di energia;
- Conduttori di terra;

	Rev. 0	Data: Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-13-r00	Pag. 52
			RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE ED IMPIANTI SPECIALI	

- Rack telecamere condiviso con il rack comunicazioni;
- Fibra ottica.

I pali del sistema TVCC saranno fissati alle rispettive basi e al terreno su plinti in cemento. I bulloni di ancoraggio alle basi saranno in acciaio inossidabile con trattamento anticorrosivo, secondo la norma UNI ISO 2081/2018.

8. PRODUZIONE DEI SINGOLI CAMPI

Nella seguente tabella si mostra un riepilogo della produzione di ogni singolo campo simulata mediante l'impiego del software PVSyst.

Zona	PR [%]	Produzione Specifica [kWh/kWp/anno]	Yield [MWh/anno]
Scala Erre 1	85,7%	1900	51669
Scala Erre 2	86,0%	1916	19546
Scala Erre 3	86,6%	1923	38170
San Giorgio 1	83,5%	1811	10110
Lipiani 1	86,0%	1896	6837
Lipiani 2 e Lipiani 3	85,6%	1915	25382
Palmadula 1	85,4%	1890	19717
Palmadula 2	86,8%	1913	6273
Palmadula 3	86,8%	1970	3514
Palmadula 4	86,7%	1892	3774
Palmadula 5	85,9%	1914	103172
Palmadula 6	84,9%	1868	46155
Palmadula 7	86,0%	1937	59107
Palmadula 8	86,8%	1952	56314
Palmadula 9	86,7%	1912	112606
Palmadula 10	87,4%	1952	16028
Canaglia 1	86,7%	1943	33831
La Corte 1	86,3%	1941	21333
La Corte 2	85,7%	1900	7105
La Corte 3	85,7%	1893	30131
La Corte 4	85,5%	1820	7157
La Corte 5	85,5%	1843	7634

Tabella 8 - Produzione di ogni singolo campo