



IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "GADAU" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)

OPERA DI PUBBLICA UTILITA'
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II

CUSTOMER
Committente

FIMENERGIA

ADDRESS
Indirizzo

VIA L.BUZZI, 6, 15033 CASALE MONFERRATO (AL)
T. +390292875126 (ufficio operativo)

DESIGNERS TEAM
Gruppo di progettazione

SUPERVISION
Coordinamento

FAVERO ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
T. +390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO

CONSULTANTS
Consulenti

AMBIENTALE: Dott.ssa MARZIA FIORONI

Via C.Battisti, 44 23100 Sondrio (SO) - +39 0342 050347 - mfioroni@alp-en.it

GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA: Dott.ssa Geol. COSIMA ATZORI

Via Bologna, 30 09033 Decimomannu (CA) - +39 070 7346008 - cosima.atzori@gaiiconsulting.eu

AGRONOMIA: Dott. Agr. NICOLA GARIPPA

Via Beltrame di Bagnacavallo, 4 08015 Macomer (NU) - +39 328 2633596 - nicolagarippa@gmail.com

ARCHEOLOGIA: Dott.ssa GIUSEPPINA MARRAS

Via Frau, 22 07100 Sassari (SS) - + 39 340 5316848 - giuseppina.marras@arubapec.it

ACUSTICA: Ing. CARLO FODDIS

Viale Europa, 54 09045 Quartu San'Elena (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadsystem.net

FAUNA: Dott. Nat. MAURIZIO MEDDA

Via Lunigiana, 17 09122 Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it

FLORA: Dott. Agr. FABIO SCHIRRU

Via Solomardi, 34 09040 San Basilio (SU) - +39 347 4998552 - fabio.schirru@pecagrotecnici.it

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	Settembre 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. S. Scorrano	Ing. S. Scorrano	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					

DRAWING - Elaborato

TITLE
Titolo

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO E CAVIDOTTI

DRAWING DETAILS - Dettagli di disegno

GENERAL SCALE
Scala generale

-

DETAIL SCALE
Scala particolari

-

ARCHIVE - Archivio

FILE

DTG_021

PLOT STYLE

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODING - Codifica

PROJECT LEVEL
Fase progettuale

DEFINITIVO

CATEGORY
Categoria

DTG

PROGRESSIVE
Progressivo

0

2

1

REVISION
Revisione

00

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	PRESCRIZIONI GENERALI	6
3.1	Protezione contro le sovracorrenti	6
3.2	Protezione contro i contatti indiretti	6
3.3	Protezione contro i contatti diretti.....	6
3.4	Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio.....	7
3.5	Protezione lato c.c.	7
3.6	Protezioni contro le sovratensioni	7
4	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	8
4.1	Cavi elettrici.....	8
4.2	Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti	8
5	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
5.1	Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica	9
5.2	Generatore fotovoltaico	10
5.3	Inverter di stringa.....	12
5.4	Producibilità impianto fotovoltaico.....	14
5.5	Cabine	19
5.5.1	Cabina Ricezione	19
5.5.2	Cabine Smistamento	20
5.5.3	Cabine trasformazione.....	21
5.5.4	Tabella riassuntiva cabine	22
5.6	Sottostazione Elettrica di Utenza	23
5.6.1	Sezione in alta tensione 150 kV.....	23
5.6.2	Sezione di media tensione a 30 kv	30
5.6.3	Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo	30
5.6.4	Servizi ausiliari in c.a. e c.c.....	30
5.6.5	Impianto di terra della stazione	31

5.7	Alimentazione ausiliari	32
5.8	Impianto di accumulo.....	33
5.8.1	Architettura del sistema	33
5.8.2	Collegamento MT	34
5.8.3	Cabina ausiliari (Q.AUX).....	34
5.9	Impianto di messa a terra	36
5.9.1	Messa a terra lato cabine.....	36
5.9.2	Messa a terra lato campo fotovoltaico.....	36

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Tecnica specifica dell'impianto elettrico, del progetto di un impianto di produzione di energia da fonte solare, della potenza complessiva di 45,9 MW, denominato "Gadau", da realizzarsi a nel comune di Sassari (SS). L'impianto è costituito da due campi fotovoltaici distanti tra loro poco meno di 2 km, e aventi una superficie complessiva di circa 70 ha.

L'intervento è un agrivoltaico, classificato dalle Linee Guida del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) come di Tipo 1, il quale indica il coesistere, nella stessa area, dell'attività agricola e della produzione di energia elettrica da fotovoltaico.

Per la connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), si fa riferimento al preventivo di connessione proposto da TERNA S.p.A., accettato dalla società FIMENERGIA S.r.l., con codice di rintracciabilità 202202727. La Soluzione Tecnica Minima Generale stabilisce che l'impianto sarà collegato in antenna ad uno stallo a 150 kV della Sottostazione Elettrica di utenza condivisa con altri produttori e inserita in antenna alla cabina primaria di Fiumesanto.

DATI IDENTIFICATIVI DELL'IMPIANTO

Indirizzo:	Località Fiumesanto, SNC
Comune:	SASSARI 07100 (SS)
Uso:	Terreno agricolo
Potenza nominale impianto:	45,9 MW
Tensione ingresso inverter:	<1500 V
Tensione uscita inverter:	<1000 V
Tensione di consegna:	150 kV
Punto di connessione:	Cabina Terna "Fiumesanto"

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 “disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici”;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro”;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 “installazione degli impianti”;
- Delibera AEEG 11/04/2007 n. 88/07: “Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione”.
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti eseguiti;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPA) e VV. F.;
- Prescrizioni e indicazioni delle società per l’esercizio telefonico;

Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UNEL-UNI/ISO- CEE, in particolare:

- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche aree esterne.
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV.
- CEI 99-2 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kVca
- CEI 20-22/0 - Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica; linee in cavo.
- CEI 17-113 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 70-1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

- CEI 0-16 - Regole Tecniche di Connessione (RTC) per utenti attivi ed utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

Di tutte le norme anche non espressamente citate sarà considerato valido l'ultimo aggiornamento, compresi gli eventuali supplementi, modifiche ed integrazioni.

Sono altresì da tenere in considerazione le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale:

- Guida Tecnica Allegati Terna A.70 e A 72.
- Delibera AEEG 08/03/2012 n. 84/12: “Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”.

3 PRESCRIZIONI GENERALI

3.1 Protezione contro le sovracorrenti

Ogni condotta sarà protetta contro le correnti di sovraccarico e cortocircuito, con interruttori magnetotermici installati a monte di ogni rispettivo circuito di illuminazione e forza motrice, in conformità alla Norma CEI 64-8/7 – par. 433 e 434.

3.2 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro eventuali contatti indiretti, mediante l'interruzione automatica del circuito di alimentazione, sarà realizzata in conformità a quanto richiesto dalla Norma CEI 64-8 par. 413.1.3. relativo ai sistemi "TN". I circuiti di alimentazione luce e forza motrice saranno protetti a monte nel quadro elettrico con dispositivi di protezione a corrente differenziale ad alta sensibilità ($I_d = 0.03 \text{ A}$), coordinati con l'impianto dispersore di terra.

3.3 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro eventuali contatti diretti sarà realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e con l'utilizzo di involucri che si possono rimuovere solo con idonei attrezzi (CEI 64-8/7 par. 412).

3.4 Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio

Nel seguito sono indicate le caratteristiche dei materiali e delle tipologie installative in relazione al rischio di incendio:

- Quadri elettrici: involucri e strutture di sostegno in lamiera d'acciaio zincato e/o materiali termoplastici autoestinguenti; i cablaggi interni saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio. Tutti i materiali plastici utilizzati per canalette, morsettiere, involucri di apparecchiature, supporti etc. saranno di tipo autoestinguente.
- Cavi elettrici: rispondenti al regolamento UE 305/11 prodotti da costruzione CPR con classe di reazione al fuoco Cca-s3, d1, a3.

Tutti i materiali plastici (tubazioni, cassette ecc.) saranno di tipo autoestinguente.

3.5 Protezione lato c.c.

I cavi dell'impianto fotovoltaico sono scelti per la massima corrente che i moduli possono generare nella condizione più gravosa, cioè alla corrente di corto circuito I_{sc} , quindi si può ragionevolmente ritenere che essi siano protetti contro i sovraccarichi dovuti a sovracorrenti.

I dispositivi di protezione sono scelti perciò per interrompere le correnti di corto circuito che, in un impianto fotovoltaico, possono essere determinate da:

- guasto tra due poli del sistema c.c.;
- guasto a terra nei sistemi con un punto a terra;
- doppio guasto a terra nei sistemi isolati da terra

I dispositivi sono generalmente fusibili vengono installati sia nel quadro di parallelo stringhe (per proteggere il cavo di stringa contro la sovracorrente dovuta alla somma delle correnti delle altre stringhe in parallelo) che all'ingresso dell'inverter.

3.6 Protezioni contro le sovratensioni

Sui terminali di ogni quadro di parallelo stringhe (QPS) sono stati adottati scaricatori di sovratensione (SPD) tipo CPT CS3 al fine di garantire una protezione contro le sovratensioni indotte dalle scariche di origine atmosferica.

4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dell'impianto elettrico dei servizi ausiliari sarà effettuato con riferimento ai seguenti dati:

- Potenza assorbita dagli utilizzatori
- Coefficiente di contemporaneità di servizio
- Massima caduta di tensione ($\Delta V\%$) in conformità alle Norme CEI 64-8/7 par. 525.

4.1 Cavi elettrici

La sezione dei cavi è determinata riferendosi alle tabelle CEI – UNEL vigenti, in base al tipo di cavo ed alle condizioni di posa, oltre che alla corrente "I_b" assorbita dal circuito utilizzatore ed alla massima caduta di tensione ammessa.

4.2 Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti

A monte di ogni circuito sono stati installati interruttori automatici magnetotermici, aventi le seguenti caratteristiche:

- Potere d'interruzione (P.d.I.) adeguato al valore di corrente di cortocircuito (I_{cc}) presunta nel punto di installazione (quadro elettrico).
- Portata nominale "I_n" in funzione del carico "I_b" del circuito sotteso.
- Caratteristiche di intervento idonee per la protezione delle condutture, in modo da soddisfare le condizioni di protezione:
 - a) $I_z \geq I_n \geq I_b$ (Protezione contro i sovraccarichi, Rif. CEI 64 – 8/4 – Par. 433.2)
 - b) $I^2 t \leq K^2 S^2$ (Protezione contro i cortocircuiti, Rif. CEI 64 – 8/4 – Par. 434.3)

dove:

I_z = portata in regime del cavo

I_n = corrente nominale dell'interruttore (se l'interruttore è regolabile la corrente "I_n" corrisponde alla corrente di regolazione)

I_b = corrente assorbita dal circuito utilizzatore

5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

5.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica

La centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica in oggetto avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Potenza nominale dei moduli fotovoltaici installati pari a circa 48,674MWp;
- Inverter per la conversione statica dell'energia elettrica interne alle aree di centrale, di cui N. 306 inverter da 150kW ognuno per un totale di 45,9 MW;
- n° 17 Cabine di trasformazione 600/30000 V posizionate in punti baricentrici dei vari sottocampi;
- n° 2 Cabine smistamento;
- n° 1 Cabina di ricezione posizionata in adiacenza alla cabina smistamento nel campo fotovoltaico Lotto 2;
- n° 1 Cabina degli ausiliari in adiacenza all'area del sistema di accumulo
- n° 1 Cabina Utente posizionata in adiacenza alla sottostazione elettrica AT di nuova realizzazione;
- N° 1 Stallo AT con trasformazione 30/150 kV per la connessione alla rete TERNA;
- Rete elettrica interna a 30 kV che collega le varie cabine di trasformazione dei sottocampi elettrici, da queste fino alla cabina di smistamento del campo fotovoltaico e da questa alla cabina di ricezione;
- Cavi di collegamento a 30kV per la connessione della cabina di ricezione con la cabina Utente;
- Cavi in fibra ottica per la connessione delle cabine di smistamento alla cabina di ricezione e da questa alla cabina Utente per il monitoraggio dell'impianto nel suo insieme;
- Rete telematica in fibra ottica interna, per il monitoraggio e il controllo dell'impianto fotovoltaico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
- Rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (movimentazione tracker, controllo, illuminazione, ecc...).

5.2 Generatore fotovoltaico

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture con inseguitore monoassiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione.

Le strutture in oggetto saranno disposte secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.

In caso di indisponibilità degli stessi sul mercato, o sulla base di altre valutazioni di convenienza tecnico-economica, si stabilisce fin da adesso la possibilità di sostituire le strutture con altre con simili per caratteristiche elettriche e meccaniche.

Le stringhe sono composte da n.28 moduli montati su unica struttura, con asse di rotazione orizzontale, su due strutture da n.14 moduli ognuna o su quattro strutture da n.7 moduli ognuna

In totale il progetto prevede l'installazione di n.2654 stringhe.

650~665W

POWER RANGE

0~+5W

POWER TOLERANCE

21.4%

MAX. MODULE EFFICIENCY

≤ 2.0%

FIRST YEAR POWER DEGRADATION

≤ 0.55%

YEAR 2-25 POWER DEGRADATION

Electrical Specifications

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25° C, AM=1.5

	650	655	660	665
Rated output (P _{mp} / Wp)	650	655	660	665
Rated voltage (V _{mp} / V)	37.45	37.65	37.85	38.05
Rated current (I _{mp} / A)	17.36	17.41	17.45	17.50
Open circuit voltage (V _{oc} / V)	45.28	45.48	45.68	45.88
Short circuit current (I _{sc} / A)	18.43	18.48	18.53	18.58
Module efficiency	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

	489.5	493.2	497.0	500.7
Rated output (P _{mp} / Wp)	489.5	493.2	497.0	500.7
Rated voltage (V _{mp} / V)	35.09	35.28	35.46	35.63
Rated current (I _{mp} / A)	13.96	13.99	14.03	14.06
Open circuit voltage (V _{oc} / V)	42.55	42.75	42.95	43.15
Short circuit current (I _{sc} / A)	14.82	14.87	14.92	14.97

Temperature Ratings (STC)

Temperature coefficient (P _{mp})	-0.34%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (I _{sc})	+0.04%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (V _{oc})	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	30 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41 ± 2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V _{DC}

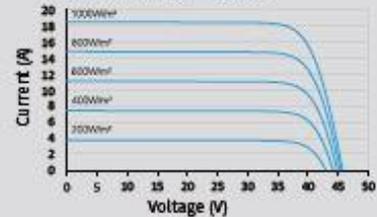
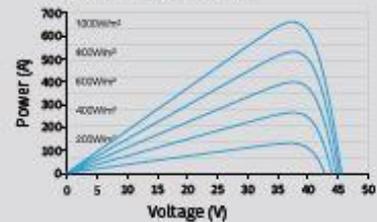
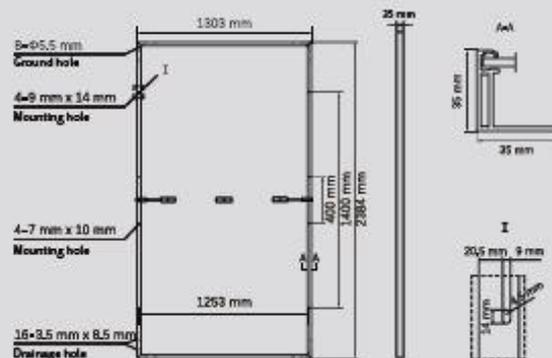
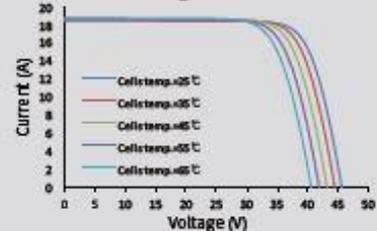
Operating Parameters

Mechanical Specifications

Outer dimensions (L x W x H)	2384 x 1303 x 35 mm
Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	132 (6*22)
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front glass thickness	3.2 mm
Cable length (IEC/UL)	Portrait: 350 mm; Landscape: 1400 mm
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	HCB40 / MC4-EVO2 (optional)
Module weight	34.8 kg (Tolerance +/- 1.0kg)
Packing unit	31 pcs / box (Subject to sales contract)
Weight of packing unit (for 40'HQ container)	1125 kg
Modules per 40'HQ container	527 pcs

① Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.
Maximum Mechanical Test Load=1.5 × Maximum Mechanical Design Load.

Curve

Current-Voltage (660W)**Power-Voltage (660W)****Current-Voltage (660W)***Figura 1 - Datasheet modulo fotovoltaico*

I moduli ipotizzati per definire layout e producibilità dell'impianto, sono di marca ASTRONERGY, modello ASTRO 6 TWINS CHSM66M-HC, in silicio monocristallino bifacciali, aventi ciascuno potenza nominale pari a 655 Wp.

In caso di indisponibilità degli stessi sul mercato, o sulla base di altre valutazioni di convenienza tecnico-economica, si stabilisce fin da adesso la possibilità di sostituire i moduli con altri con simili per caratteristiche elettriche e meccaniche.

Ciascun modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass, così da escludere la parte di modulo contenente una o più celle guaste/ombreggiate al fine di evitarne la contro alimentazione e conseguente danneggiamento (tali diodi saranno inclusi nella scatola di giunzione abbinata al modulo fotovoltaico stesso). Il collegamento tra i moduli di ogni stringa sarà realizzato, come indicato nella tavola di progetto.

5.3 Inverter di stringa

Il layout di impianto è stato sviluppato, ipotizzando l'impiego di inverter di stringa da 150 kW nominali. La configurazione fra inverter e pannelli fotovoltaici è rilevabile dagli elaborati grafici. Il numero di inverter utilizzati è di 306, per un totale di 45,9 MW di potenza installata.

Nella presente versione progettuale, si fa riferimento al modello Sunny Highpower Peak3 150-20 della SMA, stabilendo fin da adesso la possibilità di sostituire gli stessi con altri simili per caratteristiche elettriche e dimensionali, in caso di indisponibilità sul mercato e/o in base a valutazioni di convenienza tecnico-economica al momento della realizzazione della centrale.

SUNNY HIGHPOWER PEAK3 – Technical Data

Technical Data	Sunny Highpower 100-20	Sunny Highpower 150-20
Input (DC)		
Max. PV array power	150000 Wp	225000 Wp
Max. input voltage	1000 V	1500 V
MPP voltage range / rated input voltage	590 V to 1000 V / 590 V	880 V to 1450 V / 880 V
Max. input current / max. short-circuit current	180 A / 325 A	180 A / 325 A
Number of independent MPP trackers	1	1
Number of inputs	1 or 2 (optional) for external PV array junction boxes	
Output (AC)		
Rated power at nominal voltage	100000 W	150000 W
Max. apparent power	100000 VA	150000 VA
Nominal AC voltage / AC voltage range	400 V / 304 V to 477 V	600 V / 480 V to 690 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz
Rated grid frequency	50 Hz	50 Hz
Max. output current	151 A	151 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited	
Harmonic (THD)	< 3%	< 3%
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	3 / 3-PE
Efficiency		
Max. efficiency / European efficiency	98.8% / 98.6%	99.1% / 98.8%
Protective devices		
Ground fault monitoring / grid monitoring / DC reverse polarity protection	● / ● / ●	● / ● / ●
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / –	● / –
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●	●
Monitored surge arrester (type II) AC / DC	● / ●	● / ●
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (as per IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II	I / AC: III; DC: II
General Data		
Dimensions (W / H / D)	770 mm / 830 mm / 444 mm (30.3 in / 32.7 in / 17.5 in)	
Weight	98 kg (216 lbs)	
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)	
Noise emission (typical)	< 65 dB(A)	
Self-consumption (at night)	< 5 W	
Topology	transformerless	
Cooling method	OptiCool, active cooling, speed-controlled fan	
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65	
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%	
Features / function / accessories		
DC connection / AC connection	Terminal lug (up to 300 mm ²) / Screw terminal (up to 150 mm ²)	
LED display (Status / Fault / Communication)	●	
Ethernet interface	● (2 ports)	
Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire, Webconnect	● / ● / ●	
Mounting type	Rack mounting	
OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●	
Off-grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible	● / ●	
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○	
Certificates and approvals (planned)	IEC 62109-1/-2, AR N-4110, AR N-4120, CEI 0-16, C10/11:2012, EN 50549, PEA 2017, DEWA	
Type designation	SHP 100-20	SHP 150-20

● Standard features ○ Optional features – Not available Data at nominal conditions Status: 1/ 2019

Figura 2 - Datasheet inverter

5.4 Producibilità impianto fotovoltaico

Parametri principali			
Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV		Algoritmo dell'inseguimento	
Orientamento		Ottimizzazione irraggiamento	
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		Backtracking attivato	
Asse dell'azimut 0 °		Campo con backtracking	
		N. di eliostati 5204 unità	
		Dimensioni	
		Distanza eliostati 5.60 m	
		Larghezza collettori 2.38 m	
		Fattore occupazione (GCR) 42.6 %	
		Phi min / max -/+ 55.0 °	
		Strategia Backtracking	
		Phi limits for BT -/+ 79.9 °	
		Distanza tavole backtracking 5.88 m	
		Larghezza backtracking 2.38 m	
Modelli utilizzati		Ombre vicine	
Trasposizione Perez		Ombre lineari	
Diffuso Importato		Diffuse shading Automatico	
Circumsolare componente diffusa			
Orizzonte		Bisogni dell'utente	
Orizzonte libero		Carico illimitato (rete)	
Sistema bifacciale			
Modello		Calcolo 2D	
		eliostati illimitati	
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale	
Distanza eliostati 5.60 m		Albedo dal suolo 0.30	
ampiezza eliostati 2.38 m		Fattore di Bifaccialità 70 %	
GCR 42.6 %		Ombreg. posteriore 5.0 %	
Altezza dell'asse dal suolo 2.30 m		Perd. Mismatch post. 10.0 %	
		Frazione trasparente della tettoia 0.0 %	
Caratteristiche campo FV			
Modulo FV		Inverter	
Costruttore Astronergy		Costruttore SMA	
Modello CHSM66M(DG)F-BH-655		Modello Sunny Highpower SHP150-20-PEAK3	
(definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit. 655 Wp		Potenza nom. unit. 150 kWac	
Numero di moduli FV 36428 unità		Numero di inverter 150 unità	
Nominale (STC) 23.86 MWc		Potenza totale 22500 kWac	

Figura 3 - Caratteristiche impianto fotovoltaico lotto 1 per simulazione

Risultati principali

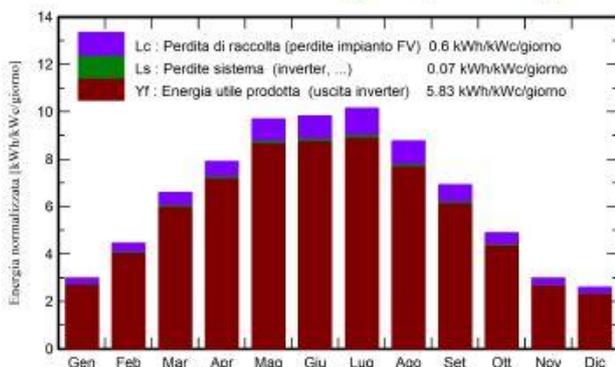
Produzione sistema

Energia prodotta 50737.96 MWh/anno

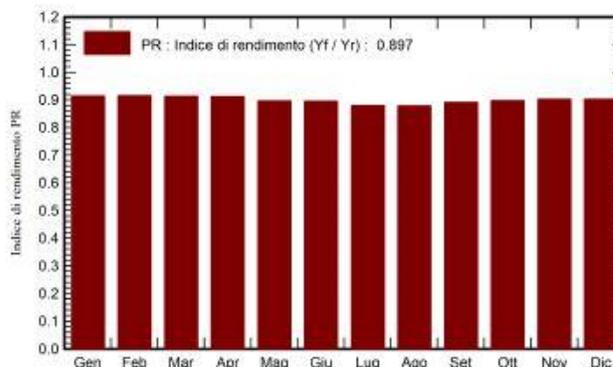
Prod. Specif.
Indice di rendimento PR

2126 kWh/kWc/anno
89.70 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	68.2	30.05	11.79	92.5	82.0	2040	2017	0.914
Febbraio	89.7	32.19	10.86	124.6	111.7	2755	2723	0.916
Marzo	150.3	47.17	12.31	204.5	186.8	4514	4458	0.914
Aprile	181.8	58.08	15.33	237.0	219.5	5228	5161	0.913
Maggio	227.7	67.41	19.22	300.8	279.6	6517	6432	0.896
Giugno	228.1	68.94	21.17	294.7	274.7	6377	6294	0.895
Luglio	239.4	67.19	24.94	314.9	293.3	6700	6615	0.880
Agosto	204.9	58.56	24.92	272.0	252.2	5779	5707	0.879
Settembre	154.6	51.76	21.21	207.9	190.7	4475	4421	0.891
Ottobre	112.2	43.23	19.00	151.8	137.0	3286	3249	0.897
Novembre	66.4	34.06	15.66	89.4	79.3	1947	1926	0.903
Dicembre	59.3	27.35	13.40	80.6	70.8	1755	1736	0.903
Anno	1782.6	586.00	17.53	2370.6	2177.6	51372	50738	0.897

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento

Figura 4 - Produzione impianto fotovoltaico lotto 1

Parametri principali

Sistema connesso in rete	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV		
Orientamento	Algoritmo dell'inseguimento	Campo con backtracking
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S	Ottimizzazione irraggiamento	N. di eliostati 5412 unità
Asse dell'azimut 0 °	Backtracking attivato	Dimensioni
		Distanza eliostati 5.60 m
		Larghezza collettori 2.38 m
		Fattore occupazione (GCR) 42.6 %
		Phi min / max -/+ 55.0 °
		Strategia Backtracking
		Phi limits for BT -/+ 79.9 °
		Distanza tavole backtracking 5.60 m
		Larghezza backtracking 2.38 m
Modelli utilizzati		
Trasposizione Perez		
Diffuso Importato		
Circumsolare componente diffusa		
Orizzonte	Ombre vicine	Bisogni dell'utente
Orizzonte libero	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)
	Diffuse shading Automatico	
Sistema bifacciale		
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati	
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale
Distanza eliostati 5.60 m		Albedo dal suolo 0.30
ampiezza eliostati 2.38 m		Fattore di Bifaccialità 70 %
GCR 42.6 %		Ombreg. posteriore 5.0 %
Altezza dell'asse dal suolo 2.30 m		Perd. Mismatch post. 10.0 %
		Frazione trasparente della tettoia 0.0 %

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Inverter	
Costruttore Astronergy	Costruttore SMA	
Modello CHSM66M(DG)F-BH-655	Modello Sunny Highpower SHP150-20-PEAK3	
(definizione customizzata dei parametri)	(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit. 655 Wp	Potenza nom. unit. 150 kWac	
Numero di moduli FV 37884 unità	Numero di inverter 156 unità	
Nominale (STC) 24.81 MWc	Potenza totale 23400 kWac	

Figura 5 - Caratteristiche impianto fotovoltaico lotto 2 per simulazione

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta 53933.05 MWh/anno

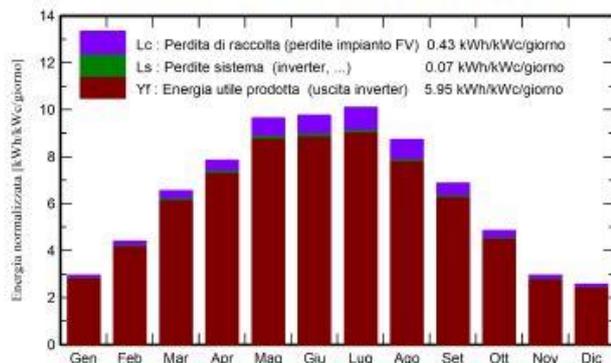
Prod. Specif.

2173 kWh/kWc/anno

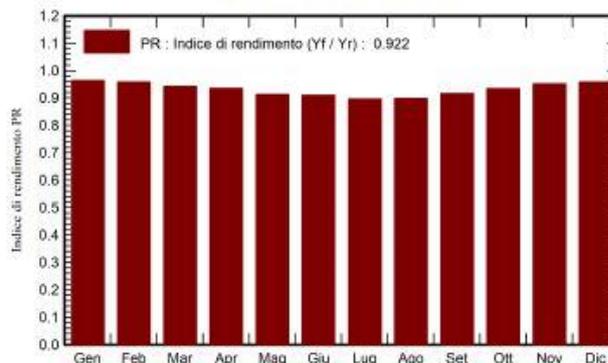
Indice di rendimento PR

92.25 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	68.2	30.05	11.79	91.8	86.2	2220	2196	0.964
Febbraio	89.7	32.19	10.86	123.2	116.0	2965	2930	0.958
Marzo	150.3	47.17	12.31	203.3	192.1	4814	4753	0.942
Aprile	181.8	58.08	15.33	235.8	224.3	5540	5468	0.935
Maggio	227.7	67.41	19.22	299.3	284.4	6872	6781	0.913
Giugno	228.1	68.94	21.17	293.3	279.0	6715	6628	0.911
Luglio	239.4	67.19	24.94	313.3	297.8	7057	6966	0.896
Agosto	204.9	58.56	24.92	270.7	257.2	6111	6034	0.898
Settembre	154.6	51.76	21.21	206.5	195.5	4756	4698	0.917
Ottobre	112.2	43.23	19.00	150.6	142.0	3530	3490	0.934
Novembre	66.4	34.06	15.66	88.6	83.2	2115	2093	0.952
Dicembre	59.3	27.35	13.40	79.8	74.7	1917	1896	0.958
Anno	1782.6	586.00	17.53	2356.2	2232.2	54612	53933	0.922

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento

Figura 6 - Produzione impianto fotovoltaico lotto 2

22FV024 - PANNELLI 655W BIFACCIALI - AGRIVOLTAICO 5,6 m						
	tot pannelli	potenza [kW]	produttività	N. inv	potenza installata [kVA]	energia [MWh/a]
IMPIANTO 1						
C.1.1	4.760	3.118		19	2.850	
C.1.2	4.648	3.044		19	2.850	
C.1.3	4.480	2.934		18	2.700	
C.1.4	4.536	2.971		19	2.850	
C.1.5	4.620	3.026		19	2.850	
C.1.6	4.312	2.824		18	2.700	
C.1.7	4.648	3.044		19	2.850	
C.1.8	4.424	2.898		19	2.850	
	-	-			-	
TOT	36.428	23.860	2.126	150	22.500	50.738
IMPIANTO 2						
C.2.1	3.724	2.439		16	2.400	
C.2.2	4.676	3.063		19	2.850	
C.2.3	4.620	3.026		19	2.850	
C.2.4	4.564	2.989		19	2.850	
C.2.5	4.676	3.063		19	2.850	
C.2.6	4.144	2.714		17	2.550	
C.2.7	4.676	3.063		19	2.850	
C.2.8	4.676	3.063		19	2.850	
C.2.9	2.128	1.394		9	1.350	
TOT	37.884	24.814	2.173	156	23.400	53.933
TOT	74.312	48.674	2,150	306	45.900	104.670

Figura 7 – Produzione totale

In Figura 7 è possibile notare che la produzione annua simulata dell'impianto oggetto della presente relazione è di 104,670 GWh avendo un rendimento medio di circa 90.95%.

5.5 Cabine

Il progetto prevede la realizzazione di:

- 17 cabine di trasformazione in posizione baricentrica rispetto agli inverter nei vari sottocampi;
- 2 cabine di smistamento, una per ogni campo fotovoltaico;
- Una cabina di ricezione MT in adiacenza con la cabina di smistamento nel sottocampo 2;
- Una cabina utente MT nella zona dello stallo nella Sottostazione AT TERNA.
- Una cabina degli ausiliari in adiacenza dell'area del sistema di accumulo

Le cabine di smistamento saranno collegate con una terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x300 mm² ARE4H5EX - 18/30 kV alla cabina di ricezione, dalla quale partiranno tre terne di conduttori in alluminio tipo 3x(3x1x240) mm² ARE4H5EX - 18/30 kV, verso la cabina utente e da questa partirà una terna di conduttori in alluminio tipo 3x(3x1x240) mm² verso lo stallo AT di trasformazione e il punto di connessione alla rete TERNA, ovvero la sottostazione elettrica in fase di realizzazione.

5.5.1 Cabina Ricezione

La cabina ricezione avrà dimensioni esterne di 6710x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 20 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.R per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione protezioni quadro MT;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna;
- n.1 quadro Rack.

La cabina ricezione sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "CM-2" TV e SPI;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione generale (SPI e DDI);
- N°1 Scomparto "GBM" Risalita sbarre;
- N°1 Scomparto "DM1A" Sistema di Accumulo;
- N°1 Scomparto "DM1A" Campi fotovoltaico 1;
- N°1 Scomparto "DM1A" Campi fotovoltaico 2.

I quadri d'utenza conterranno anche il dispositivo "SPI" (Sistema di protezione d'Interfaccia), al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d'interfaccia "DDI", nonché il rinalzo per mancato intervento della protezione su partenze campi fotovoltaici e accumulo, equipaggiato con i seguenti componenti:

- Relè di protezione 57-59-81>-81<-59V0-59Vi-27Vd
- N° 2 TV f-f dalle seguenti caratteristiche: 20000/100V – 50VA - Cl.0,5 – 3P – fatt. di tensione 1,2 per 30s.

5.5.2 Cabine Smistamento

Le cabine di smistamento di entrambi i campi fotovoltaici avranno dimensioni esterne di 5700x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 11 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.S1 o Q-AUX.S2 per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM saranno alimentati dai trasformatori per ausiliari più vicini;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;

- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione linea;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione linea.

5.5.3 Cabine trasformazione

La cabina di trasformazione avrà dimensioni esterne di 5700x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 11 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- Quadro di parallelo inverter interruttori di protezione inverter e il dispositivo di generatore "Q-P.INV";
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.
- Il trasformatore BT/BT 0,600/0,400 kV, di potenza nominale 50 kVA alimentazione servizi ausiliari;

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "SM" Unità con sezionatore partenza cavo;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione trasformatore.

Il trasformatore MT/BT 30/0,600 kV, di potenza nominale indicata nella tabella riassuntiva, con isolamento ad olio sarà installato all'esterno della cabina ad una distanza minima di 3 metri ed è prevista la realizzazione della fossa di raccolta olio di raffreddamento come di norma.

5.5.4 Tabella riassuntiva cabine

NOME CABINA	AUX	P. TRAFI	N. INVERTER
C1.1	SI	3150 kVA	19
C1.2	SI	3150 kVA	19
C1.3	SI	3150 kVA	18
C1.4	SI	3150 kVA	19
C1.5	SI	3150 kVA	19
C1.6	SI	3150 kVA	18
C1.7	SI	3150 kVA	19
C1.8	SI	3150 kVA	19
C2.1	SI	3150 kVA	16
C2.2	SI	3150 kVA	19
C2.3	SI	3150 kVA	19
C2.4	SI	3150 kVA	19
C2.5	SI	3150 kVA	19
C2.6	SI	3150 kVA	17
C2.7	SI	3150 kVA	19
C2.8	SI	3150 kVA	19
C2.9	SI	1600 kVA	9

Tabella 1: Riassunto cabine

5.6 Sottostazione Elettrica di Utenza

5.6.1 Sezione in alta tensione 150 kV

La sezione in alta tensione a 150 kV sarà predisposta per alloggiare gli stalli di trasformazione e uno stallo di partenza linea, dal quale partirà una linea in cavo a 150 kV che si andrà a collegare allo stallo arrivo produttore presso della stazione alta tensione.

È prevista la realizzazione di n°1 stallo di trasformazione dotato di interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna, e di uno stallo partenza linea con interruttore, sezionatore, TA, TVC e scaricatore di sovratensione.

Il posizionamento delle apparecchiature e dei componenti AT di stazione e le relative distanze di isolamento e di sicurezza, sono state definite nell'osservanza delle norme CEI e da quanto descritto nei documenti di unificazione Terna.

Le apparecchiature installate, inoltre, saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche dei componenti previsti, ricavate dall'allegato 3 del Codice di Rete Terna.

5.6.1.1 Interruttori tripolari in SF6

Gli interruttori tripolari in SF6 previsti presenteranno le caratteristiche elettriche riportate nella tabella seguente.

Tipo TERNA	Corrente di interruzione (kA)	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/8-C	40	
Y3/8-P	40	
GRANDEZZE NOMINALI		
Tipo	Y3/4	Y3/8
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	83	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	180	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tabella 2: Caratteristiche tecniche interruttori in SF6 150 kV

5.6.1.2 **Sezionatori orizzontali con lame di terra**

I sezionatori di linea, corredati di lame di terra, presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Codifica Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m ³)	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
- valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80	100	80	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50		125	
- tensione induttiva nominale (kV)	1k		10	
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4		5	
- tensione induttiva nominale (kV)	3		6	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:				
- verso massa (kV)	650			
- sul sezionamento (kV)	750			
Tensione di prova a frequenza di esercizio:				
- verso massa (kV)	275			
- sul sezionamento (kV)	315			
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:				
- orizzontale longitudinale (N)	800			
- orizzontale trasversale (N)	250			
- verticale (N)	1000			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (V _{cc})	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (V _{cc})	110			
- resistenza di riscaldamento (V _{ca})	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW)	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

Tabella 3: Caratteristiche tecniche sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra 150 kV

5.6.1.3 Scaricatori

Gli scaricatori, adatti per applicazioni a 150 kV, presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente:

Tipo Terna	Y56	Y57	Y58	Y59
Tensione della rete 50Hz (max tensione)	380 kV (420 kV)	220 kV (245 kV)	132 kV (145 kV)	150 kV (170 kV)
Tensione servizio continuo Uc	265 kV	156 kV	94 kV	108 kV
Max tensione temporanea 1 s	366 kV	219 kV	132 kV	156 kV
Max tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA - 8/20 μ s)	830 kV	520 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi atmosferici (10 kA - 8/20 μ s)	-	-	336 kV	396 kV
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (20 kA - 1 μ s)	955 kV	600 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (10 kA - 1 μ s)	-	-	386 kV	455 kV
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μ s)	2000 A: 720 kV	2000 A: 440 kV	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	4	3	3
Corrente nominale scarica	20 kA	20 kA	10 kA	10 kA
Valore di cresta impulsi forte corrente	100 kA	100 kA	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	63 kA	50 kA	40 kA	40 kA

Tabella 4: Caratteristiche tecniche scaricatori 150 kV

5.6.1.4 *Trasformatori di corrente*

Le caratteristiche dei TA vengono riportate nella tabella seguente

GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata (I_{B})	(kA)	40
Tensione nominale (U_{m})	(kV)	170
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale: T38 T37	(A/A) (A/A)	400/5 800/5 1600/5 200/5 400/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 I_{p}
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 I_{p}
Corrente dinamica nominale (I_{d})	(p.u.)	2,5 I_{m}
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	$\leq 0,4$
Prestazioni e classi di precisione: I nucleo II e III nucleo	(VA/Cl.) (VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5 30/5P30
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	≤ 10
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	850
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	360
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

Tabella 5: Caratteristiche tecniche trasformatori amperometrici

5.6.1.5 *Trasformatori di tensione capacitivi*

I TV capacitivi presenteranno le caratteristiche riportate nella tabella seguente

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/1	Y43/1	Y46/1	Y44/1
Tensione primaria nominale [kV]	380 / $\sqrt{3}$	220 / $\sqrt{3}$	150 / $\sqrt{3}$	132 / $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100 / $\sqrt{3}$			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2 – 75/0,5 – 100/3P			
Capacità nominale [pF]	4000÷10000			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000
Carico di tenuta meccanica sulla flangia [N]	-	-	4000	4000

Tabella 6: Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione capacitivi

5.6.1.6 *Trasformatori di tensione induttivi*

I TV di tipo induttivo presenteranno le seguenti caratteristiche.

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/2	Y43/2	Y46/2	Y44/2
Tensione primaria nominale [kV]	380/ $\sqrt{3}$	220/ $\sqrt{3}$	150/ $\sqrt{3}$	132/ $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100/ $\sqrt{3}$			
Numero avvolgimenti secondari [n]	1			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000

Tabella 7: Caratteristiche tecniche trasformatori di tensione induttivi

5.6.1.7 **Trasformatore trifase in olio minerale**

Il trasformatore sarà di tipo trifase isolato in olio, conforme alle prescrizioni della norma CEI 14-4, con rapporto di trasformazione nominale pari a 30 kV/150kV e potenza nominale pari a 63 MVA.

Avrà il nucleo magnetico realizzato con lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità, montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti saranno realizzati con conduttori in rame elettrolitico E-Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa.

Sarà dotato di variatore di rapporto di trasformazione sotto carico lato AT in modo tale da mantenere costante la tensione di uscita al variare della tensione primaria.

Per lo smaltimento del calore prodotto per effetto delle perdite nel rame e nel ferro sarà dotato di un sistema di raffreddamento del tipo ONAF.

L'olio utilizzato per l'isolamento sarà di tipo minerale esente da PBC; a richiesta si potrà utilizzare un trasformatore con fluido isolante siliconico ininfiammabile.

Il trasformatore sarà dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento e rulli di scorrimento orientabili.

Le principali caratteristiche elettriche sono di seguito elencate:

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150kV/30kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 13,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAF) 63 MVA

5.6.2 Sezione di media tensione a 30 kv

La sezione in media tensione è costituita dal quadro MT a 30 kV, che prevede:

- un sistema con due semi-sbarre, con relativo congiuntore;
- montanti arrivo linea da impianto eolico;
- n° 1 partenza trasformatore AT/MT;
- alimentazione trasformatore servizi ausiliari;
- sezione misure

Le caratteristiche elettriche dei componenti MT sono di seguito elencate:

- tensione di esercizio nominale V_n : 30 kV
- tensione di isolamento nominale: 36 kV
- frequenza nominale: 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo $I_n=1440$ A

5.6.3 Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La stazione sarà controllata attraverso un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati saranno installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, alla restituzione dell'oscillografia e alla registrazione cronologica degli eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

5.6.4 Servizi ausiliari in c.a. e c.c.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT;
- trasformatori MT/BT;

- quadro BT centralizzato di distribuzione.

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi saranno commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

5.6.5 Impianto di terra della stazione

L'impianto di terra delle stazioni elettriche sarà realizzato conformemente alle normative di riferimento ed alle prescrizioni antinfortunistiche vigenti.

Il dispersore sarà costituito da una rete di conduttori in corda di rame di sezione 70 mm² interrati ad una profondità di circa 0,7 m. Esso interesserà tutta l'area interna alla recinzione delle stazioni. La rete sarà composta da maglie regolari di lato massimo 8 m, con infittimenti (maglie di lato inferiore) in corrispondenza delle apparecchiature A.T. e degli edifici contenenti le apparecchiature di protezione e controllo.

Le apparecchiature A.T. saranno collegate al dispersore ciascuna mediante due o quattro corde di rame di sezione 50 mm².

La suddetta soluzione costruttiva, unitamente al dimensionamento di dettaglio che verrà eseguito nell'ambito del progetto esecutivo in conformità alle norme CEI 11.1, garantirà il rispetto dei requisiti richiesti dalle stesse norme.

Per il contenimento delle tensioni di passo e di contatto entro i valori limite verranno individuate le aree in cui potrebbe essere necessario adottare provvedimenti particolari (dispersori integrativi, bitumazione, ecc.). I valori delle tensioni di passo e di contatto verranno comunque verificati strumentalmente a costruzione ultimata. In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

La compatibilità elettromagnetica dei sistemi sarà assicurata dall'infittimento delle maglie del dispersore in corrispondenza delle apparecchiature A.T. e dalla presenza di conduttori di terra multipli per gli stessi (in particolare per i trasformatori di misura).

5.7 Alimentazione ausiliari

Nelle cabine di trasformazione, l'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata dal quadro Q-P.INV a cui sarà installato un trasformatore 600/400 V e farà capo al quadro generale ausiliari (Q-AUX) che alimenterà:

- Gli impianti ausiliari del locale tecnico;
- La movimentazione dei tracker;
- L'impianto di videocontrollo TVCC ed il relativo impianto di illuminazione.

L'alimentazione del quadro Q.AUX.S1, ovvero servizi ausiliari della cabina di smistamento del campo 1 sarà derivata dal Q.AUX.C1.1.

L'alimentazione del quadro Q.AUX.S2, ovvero servizi ausiliari della cabina di smistamento del campo 2 sarà derivata dal Q.AUX.C2.9.

L'alimentazione del quadro Q.AUX.R, ovvero servizi ausiliari della cabina di ricezione sarà derivata dal Q.AUX.C2.9.

Nella cabina utente, l'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata dal quadro MT a cui sarà installato un trasformatore 30/0,400 kV e farà capo al quadro generale ausiliari (Q-AUX.U) che alimenterà:

- Gli impianti ausiliari del locale tecnico;
- L'impianto di videocontrollo TVCC ed il relativo impianto di illuminazione.

5.8 Impianto di accumulo

Il sistema di accumulo sarà ubicato in un'area interna all'impianto, precisamente nel lotto 2, vicino la cabina di ricezione

Si tratta di un sistema di tipo "outdoor", adatto ad installazioni all'aperto con gradi di protezione IP55.

Il sistema di accumulo andrà ad assorbire i picchi di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico andando poi, successivamente, ad immettere in rete l'energia accumulata in un secondo momento. Questo approccio è assimilabile al "Peak shaving" dell'energia prodotta, così facendo si va a ridurre lo squilibrio generato dall'immissione di tanta energia sulla rete.

Si specifica anche che, per i motivi suddetti, il sistema di accumulo non andrà in alcun modo ad aumentare la potenza in immissione dell'impianto.

5.8.1 Architettura del sistema

Il sistema sarà composto da:

- N.2 trasformatori MT/BT 30000/690 V, di potenza nominale 3150kVA;
- N.6 unità di conversione (C-cab) con tensione di uscita in corrente continua fino a 1500V, di potenza nominale 1000kVA, per una potenza totale di 6MVA;
- N.6 unità di distribuzione DC (DC-cab), i quali forniscono i dispositivi per la connessione di tutti i pacchi batteria garantendo anche la loro protezione;
- N.2 unità di monitoraggio e controllo (M-cab), che agiscono da hub di comunicazione e raccolta informazioni;
- N. 90 unità batteria (B-cab), ogni blocco batteria, del tipo LFP, ha una capacità nominale di 372,7 kWh, per una capacità totale di 33,5 MWh.

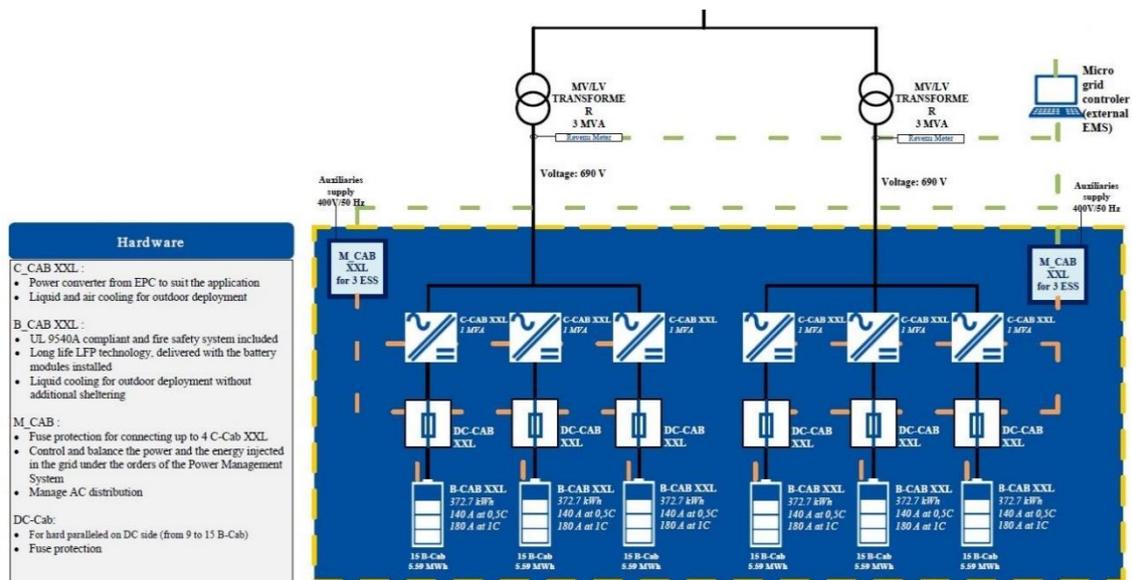


Figura 8: Architettura del sistema

In progetto sono previsti 5 sistemi di accumulo come quello precedente, ciascuno con una potenza di 6MVA e una capacità di 33,5 MWh, per un totale di 30MVA e 167.5MWh.

5.8.2 Collegamento MT

Il sistema di accumulo complessivo, sarà collegato alla Cabina di Ricezione posizionata nel lotto 2. Da questa partiranno 2 terne di cavi interrati tipo ARE4H5EX (3x1x150) mmq fino alla cabina Q.AUX all'interno del campo di accumulo. Alla cabina Q.AUX si collegheranno tutti i trasformatori del sistema di accumulo.

5.8.3 Cabina ausiliari (Q.AUX)

La cabina ausiliari avrà dimensioni esterne di 12500x2480xh2590, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 3 Porte e n. 4 finestre di aerazione;
- n. 4 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 34 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.S per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM di cabina;

- Il trasformatore MT/BT 30/0,400 kV, di potenza nominale di 50 kVA;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea con sezionatore;
- N°1 Scomparto "SM" Unità con sezionatore e fusibile protezione trasformatore ausiliari;
- N°10 scomparto "DM1A" Protezione trasformatore".

5.9 Impianto di messa a terra

5.9.1 Messa a terra lato cabine

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dagli schermi metallici dei cavi MT, collegati a terra ad entrambe le estremità;
- dagli anelli di terra delle cabine, realizzati con tondino in rame di sezione almeno 50 mm²;
- da n. 4 picchetti in acciaio zincato, lunghezza almeno 1,5 m, posti ai vertici dell'anello delle cabine;
- dai nodi di terra delle cabine e dai conduttori di protezione ed equipotenziali.

All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee, ed il conduttore neutro.

L'impianto di terra delle stazioni elettriche sarà realizzato conformemente alle normative di riferimento ed alle prescrizioni antinfortunistiche vigenti.

Il dispersore sarà costituito da una rete di conduttori in corda di rame di sezione 63 mm² interrati ad una profondità di circa 0,7 m. Esso interesserà tutta l'area interna alla recinzione delle stazioni. La rete sarà composta da maglie regolari di lato massimo 10 m, con infittimenti (maglie di lato inferiore) in corrispondenza delle apparecchiature A.T. e degli edifici contenenti le apparecchiature di protezione e controllo.

Le apparecchiature A.T. saranno collegate al dispersore ciascuna mediante due o quattro corde di rame di sezione 125 mm².

5.9.2 Messa a terra lato campo fotovoltaico

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dalle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici collegate alla terra del capannone;
- dagli anelli di terra dei campi fotovoltaici, realizzati con tondino in rame di sezione almeno 35 mm²;
- dai collegamenti alla terra dell'impianto fotovoltaico posizionati nei quadri di controllo.

All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse e le masse estranee dell'impianto.

La determinazione della sezione del conduttore di protezione è calcolata con la formula:

$$S_{p^2} \cdot K^2 = I^2 \cdot t$$

S_p = Sezione del conduttore di protezione;

I = Corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa;

t = Tempo di intervento del dispositivo di protezione;

K = Valore caratteristico del conduttore.