

IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "MELFI 8" DA REALIZZARSI IN LOCALITA' MASSERIA MONTELONGO, COMUNE DI MELFI (PZ)

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

CIVIL - ENVIRONMENTAL DESIGN
Progettazione civile - ambientale



VIA ADIGE, 16
73023 LECCE
T. +39 392 5745356

Ing. ANTONIO BUCCOLIERI

ELECTRICAL DESIGN
Progettazione elettrica

FAVERO ENGINEERING

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

Ing. FRANCESCO FAVERO

HYDRAULIC CONSULTANCY
Consulenza idraulica



C.SO A. DE GASPERI 529/c
70125 BARI (BA)
T. +393287050505

Ing. SALVATORE VERNOLE

GEOLOGICAL CONSULTANCY
Consulenza geologica



VIALE DEL SEMINARIO MAGGIORE, 35
25063 POTENZA (PZ)
T. +393483017593

Dr. ANTONIO DE CARLO

ARCHEOLOGIST
Archeologo

VIA MARATEA, 1
85100 POTENZA (PZ)
T. +393490881560

Dr.SSA LUCIA COLANGELO

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	Novembre 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. S. Scorrano	Ing. A.Lunardi	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					
05					

DRAWING - Elaborato

TITLE
Titolo

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

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	17
5.5.1	Cabina Ricezione	17
5.5.2	Cabine Smistamento	19
5.5.3	Cabine trasformazione.....	20
5.5.4	Tabella riassuntiva cabine	21
5.6	Alimentazione ausiliari	22
5.7	Impianto di accumulo.....	23
5.7.1	Architettura del sistema	23
5.7.2	Collegamento AT.....	24
5.7.3	Cabina ausiliari (Q.AUX).....	24
5.8	Impianto di messa a terra	26

5.8.1	Messa a terra lato cabine.....	26
5.8.2	Messa a terra lato campo fotovoltaico.....	26

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione tecnica elettrica del progetto di un impianto di produzione di energia da fonte solare, della potenza di 19,99 MW, integrato con un sistema di accumulo elettrochimico a batterie, di capacità pari a 100,5 MWh e potenza nominale di 18 MW, denominato "Melfi 8", da realizzarsi in località Masseria Montelungo nel comune di Melfi (PZ), collegato alla rete elettrica mediante connessione in antenna a 36 kV alla futura Stazione Elettrica "Melfi 36", in fase di progettazione da parte di TERNA spa.

Per la connessione dell'impianto alla rete elettrica nazionale, si fa riferimento al preventivo di connessione proposto da TERNA spa, accettato dalla società FIMENERGIA S.R.L., con codice di rintracciabilità 202203254.

DATI IDENTIFICATIVI DELL'IMPIANTO

Indirizzo:	Località Masseria Montelungo, SNC
Comune:	MELFI 85025 (PZ)
Uso:	Terreno industriale
Potenza nominale impianto:	19,99 MW
Tensione ingresso inverter:	<1500 V
Tensione uscita inverter:	<1000 V
Tensione di consegna:	36 kV
Punto di connessione:	Futura Stazione Elettrica "Melfi 36"

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 20,926 MWp;
- Inverter per la conversione statica dell'energia elettrica interne alle aree di centrale, di cui N. 133 inverter da 150kW ognuno per un totale di 19,95 MW;
- n° 8 Cabine di trasformazione 600/36000 V posizionate in punti baricentrici dei vari sottocampi;
- n° 1 Cabine smistamento;
- n° 1 Cabina di ricezione posizionata in adiacenza alla cabina smistamento;
- n° 1 Cabina Utente posizionata in adiacenza alla stazione elettrica AT di nuova realizzazione;
- Rete elettrica interna a 36 kV che collega le varie cabine di trasformazione dei sottocampi, da queste alla cabina di smistamento. Dalla cabina di smistamento ci si collega alla cabina di ricezione;
- Cavi di collegamento a 36kV 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 di fornitura della Convert.

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.1141 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

Rated output (P _{mpp} / Wp)	650	655	660	665
Rated voltage (V _{mpp} / V)	37.45	37.65	37.85	38.05
Rated current (I _{mpp} / 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

Rated output (P _{mpp} / Wp)	499.5	493.2	497.0	500.7
Rated voltage (V _{mpp} / V)	35.09	35.28	35.46	35.63
Rated current (I _{mpp} / 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 _{mpp})	-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

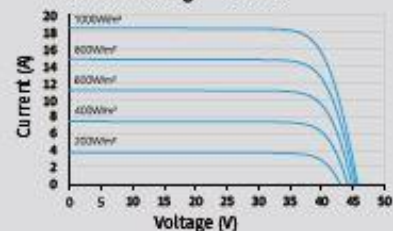
Mechanical Specifications

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

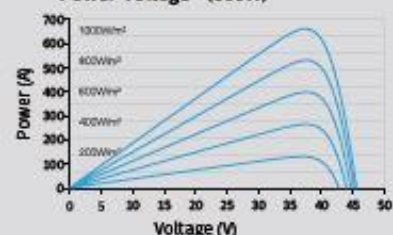
⊙ Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.
Maximum Mechanical Test Load=1.5 x Maximum Mechanical Design Load.

Curve

Current-Voltage (660W)



Power-Voltage (660W)



Current-Voltage (660W)

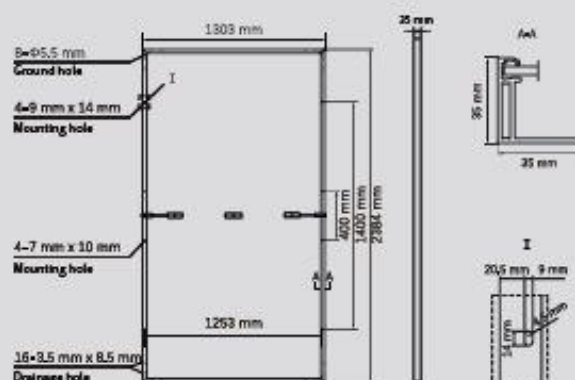
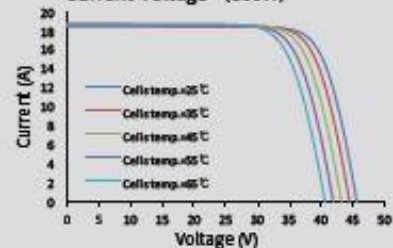


Figura 1 - Datasheet modulo fotovoltaico

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 133, per un totale di 19,95 MW di potenza.

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-41 10, 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

Risultati principali

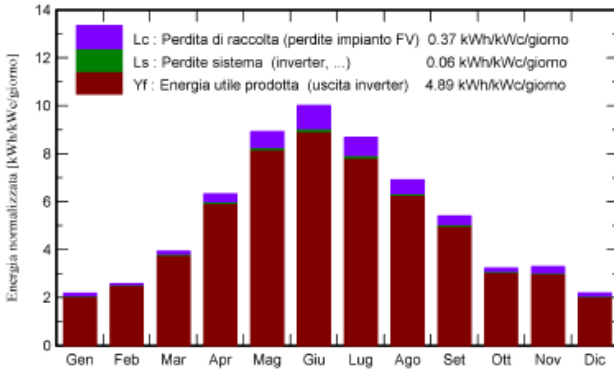
Produzione sistema

Energia prodotta 37368.07 MWh/anno

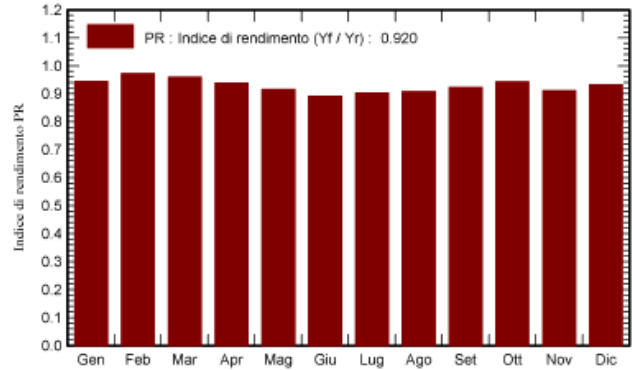
Prod. Specif.
Indice rendimento PR

1786 kWh/kWp/anno
91.97 %

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	54.1	27.87	5.33	67.4	61.9	1348	1333	0.945
Febbraio	59.5	34.56	5.41	72.4	68.3	1491	1474	0.973
Marzo	99.7	52.04	8.72	122.1	117.1	2482	2452	0.960
Aprile	150.5	58.90	12.24	189.8	183.2	3775	3726	0.938
Maggio	218.3	69.92	18.51	276.7	269.3	5369	5300	0.915
Giugno	235.1	65.52	24.82	300.5	292.8	5677	5605	0.891
Luglio	213.0	74.04	24.10	269.1	261.9	5147	5083	0.903
Agosto	171.7	69.55	22.72	214.3	207.3	4120	4070	0.908
Settembre	128.5	53.70	18.30	162.3	155.7	3175	3137	0.924
Ottobre	81.2	42.45	13.76	100.4	95.2	2005	1982	0.943
Novembre	74.4	26.71	10.91	98.7	90.2	1904	1882	0.911
Dicembre	53.0	25.21	6.14	67.8	61.5	1339	1324	0.933
Anno	1539.1	600.49	14.29	1941.6	1864.4	37833	37368	0.920

Legenda

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

Figura 4 - Produzione impianto fotovoltaico

22FV021 - PANNELLI 655W BIFACCIALI - FOTOVOLTAIVO 4,7 m						
	tot pannelli	potenza [kW]	produttività	N. inv	potenza installata [kVA]	energia [MWh/a]
C1	3.164	2.072		13	1.950	
C2	3.696	2.421		16	2.400	
C3	4.592	3.008		19	2.850	
C4	4.704	3.081		19	2.850	
C5	4.480	2.934		18	2.700	
C6	4.368	2.861		18	2.700	
C7	3.696	2.421		16	2.400	
C8	3.248	2.127		14	2.100	
	-	-			-	
TOT	31.948	20.926	1.786	133	19.950	37.368

Figura 5 – Produzione totale

In Figura 5 è possibile notare che la produzione annua simulata dell'impianto oggetto della presente relazione è di 37,368 GWh avendo un rendimento medio di circa 92%.

5.5 Cabine

Il progetto prevede la realizzazione di:

- 8 cabine di trasformazione in posizione baricentrica rispetto agli inverter nei vari sottocampi;
- Una cabina di smistamento;
- Una cabina di ricezione AT in adiacenza con la cabina di smistamento nel lotto 2;
- Una cabina degli ausiliari per l'impianto di accumulo in adiacenza dell'area del sistema di accumulo.

La Cabina di Smistamento sarà collegata con una terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x240 mm² alla cabina di ricezione, dalla quale partirà una terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x240mm² verso la cabina Utente, e da questa verso lo stallo AT di trasformazione e il punto di connessione alla rete TERNA, ovvero la stazione elettrica in fase di realizzazione.

5.5.1 Cabina Ricezione

La cabina ricezione 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. 2 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 14 elementi in VTR per scomparti AT (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 saranno alimentati dai trasformatori per ausiliari più vicini;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione protezioni quadro AT;
- 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 (SPG e DG);
- N°1 scomparto "GBM" Risalita sbarre;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione generale (SPI e DDI);

Il sistema di protezione generale "SPG" al quale è demandato il funzionamento del dispositivo generale "DG" è composto dai seguenti componenti:

- Relè di protezione 50-51-50N-51N-67N, con relativa alimentazione;
- N° 3 trasformatori amperometrici TA per la protezione della massima corrente di fase, con caratteristiche 300/5A – 10VA – 5P30;
- N° 1 trasformatore di corrente TA toroidale per la protezione contro i guasti a terra, con caratteristiche 100/1A – 2VA – classe di precisione conforme alla CEI 0-16;
- N° 3 trasformatori di tensione TV fase-terra per la protezione direzionale, con caratteristiche 50 VA – classe (0,5- 3P), fattore di tensione 1,9 per 30 s, valore di induzione di lavoro non superiore a 0,7T, rapporto di trasformazione tale da produrre una tensione secondaria sul circuito del triangolo aperto uguale a 100V in caso di guasto monofase franco a terra sulla rete AT.

Oltre il suddetto "SPG", 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 ricalzo per mancato intervento della protezione "DG", 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. 2 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 16 elementi in VTR per scomparti AT (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 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 "SM" Unità con sezionatore partenza cavo;
- N°4 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 AT (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 AT/BT 36/0,600 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	SI	2500 kVA	13
C2	SI	3150 kVA	16
C3	SI	3150 kVA	19
C4	SI	3150 kVA	19
C5	SI	3150 kVA	18
C6	SI	3150 kVA	18
C7	SI	3150 kVA	16
C8	SI	2500 kVA	14

Tabella 1: Riassunto cabine

5.6 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.S, ovvero servizi ausiliari della cabina di smistamento sarà derivata dal Q.AUX.C2.

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

5.7 Impianto di accumulo

Il sistema di accumulo sarà ubicato in un'area interna all'impianto, nel lotto 2. Si tratta di un sistema di tipo "outdoor", adatto ad installazioni all'aperto con grado 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.

5.7.1 Architettura del sistema

Il sistema sarà composto da:

- N.2 trasformatori MT/BT 36000/690 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.

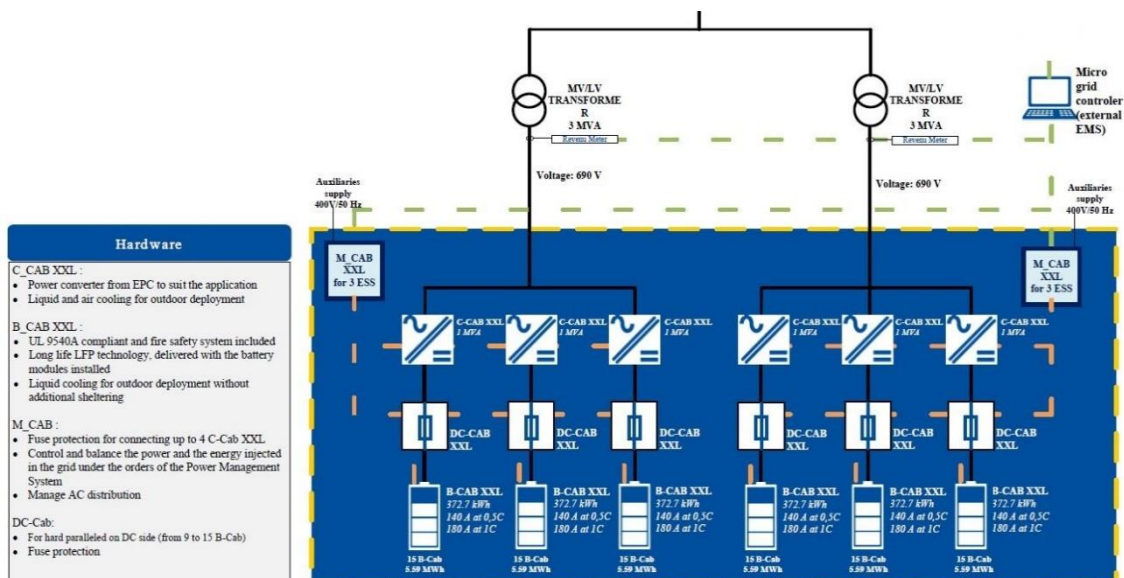


Figura 6: Architettura del sistema

In progetto sono previsti 3 sistemi di accumulo come quello precedente, ciascuno con una potenza di 6MVA e una capacità di 33,5 MWh, per un totale di 18MVA e 100,5 MWh.

5.7.2 Collegamento AT

Il sistema di accumulo complessivo, sarà collegato alla Cabina di Smistamento. Da questa partirà una terna di cavi interrati tipo ARE4H5EX (3x1x185) 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.

5.7.3 Cabina ausiliari (Q.AUX)

La cabina ausiliari avrà dimensioni esterne di 10500x2480xh2590, sarà costituita da due vani separati e sarà completa di:

- n. 2 Porte e n. 4 finestre di aerazione;
- n. 3 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 24 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.A per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM di cabina;
- Il trasformatore AT/BT 36/0,400 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°6 scomparto "DM1A" Protezione trasformatore".

5.8 Impianto di messa a terra

5.8.1 Messa a terra lato cabine

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dagli schermi metallici dei cavi AT, 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.

5.8.2 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.