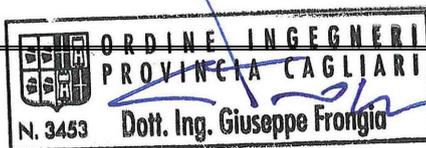


COMMITTENTE Sardinia Agro Solar Energy S.r.l. Via G. Macaggi, 25 – Genova (GE)		COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 15

PARCO AGRIVOLTAICO “PIMPISU”
CON SISTEMA DI ACCUMULO (BESS) INTEGRATO

- COMUNE DI SERRAMANNA (VS) -

OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	GRUPPO DI LAVORO Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Ing. Antonio Dedoni Dott. Geol. Maria Francesca Lobina Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott. Nat. Maurizio Medda Ing. Gianluca Melis Dott. Geol. Mauro Pompei Ing. Elisa Roych Dott. Forestale Gianluca Serra



Cod. pratica 2021/0280

Nome File: **SASE-FVS-RP2**_Calcoli preliminari dimensionamento elettrico.docx

0	24/02/2022		IAT	GF	GF
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 1 di 15

INDICE

1	GENERALITÀ	2
2	CALCOLI ELETTRICI	3
2.1	Determinazione della potenza dell'impianto	3
2.2	Caratteristiche moduli fotovoltaici	3
2.3	Caratteristiche Inverter	3
2.3.1	<i>Potenza nominale del generatore fotovoltaico</i>	<i>4</i>
2.3.2	<i>Accoppiamento stringhe-inverter</i>	<i>5</i>
2.4	Quadri BT	6
2.4.1	<i>Quadri elettrici BT lato c.a.</i>	<i>6</i>
2.4.2	<i>Quadri di campo e di parallelo stringhe c.c.</i>	<i>7</i>
2.5	Quadri MT	7
2.6	Cavi per la distribuzione elettrica in BT c.c.	8
2.7	Cavi per la distribuzione elettrica in BT c.a.	8
2.8	Cavi per la distribuzione elettrica in MT	9
2.9	Dimensionamento dei circuiti BT e MT	10
2.10	Protezione dei circuiti MT	12
2.11	Protezione dei circuiti BT	13
2.11.1	<i>Protezione contro i sovraccarichi</i>	<i>13</i>
2.11.2	<i>Protezione contro i cortocircuiti</i>	<i>14</i>
2.12	Contributo alle correnti di corto circuito al PCC	14

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 2 di 15

1 GENERALITÀ

La presente relazione dei calcoli elettrici costituisce parte integrante del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico da 38,799 MWp, (potenza complessiva in immissione 33 MW) integrato con un sistema di accumulo della potenza complessiva in immissione di 17 MW, proposto dalla società Sardinia Agro Solar Energy nel comune di Serramanna (VS).

Nel seguito saranno definite le caratteristiche del generatore fotovoltaico e dei circuiti di distribuzione in c.a. e c.c. in bassa, media tensione e alta tensione.

I criteri progettuali seguiti, illustrati nella presente relazione, sono principalmente quelli di pervenire ad una configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento della centrale fotovoltaica nelle diverse condizioni operative.

Dal punto di vista del dimensionamento degli impianti il documento è redatto in conformità alla Norma CEI 0-2 con lo scopo di:

- determinare i parametri elettrici fondamentali di funzionamento dell'impianto, sia in condizioni normali che in condizione di guasto;
- determinare i parametri elettrici di riferimento per l'acquisizione dei principali componenti di impianto, determinando i criteri generali di scelta delle soluzioni impiantistiche adottate;
- definire i criteri e le soluzioni impiantistiche ai fini della sicurezza delle persone nei confronti dei contatti diretti e indiretti.

Le condizioni ambientali di riferimento nei calcoli effettuati nella presente relazione sono:

- temperatura interna da -5°C a $+40^{\circ}\text{C}$,
- temperatura esterna da -10°C a $+70^{\circ}\text{C}$,
- umidità interna variabile dal 20 % al 85 %.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETRICO	PAGINA 3 di 15

2 CALCOLI ELETTRICI

2.1 Determinazione della potenza dell'impianto

Per calcolare la potenza dell'impianto in progetto si è proceduto, in primo luogo, alla definizione del layout d'impianto, ottimizzandolo in funzione dell'orientamento dei confini del terreno e delle scelte tecnologiche effettuate, e sulla base della soluzione tecnica minima generale (STMG) elaborata da Terna.

2.2 Caratteristiche moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che saranno impiegati del costruttore Trina Solar, modello Vertex Solar TSM-DEG21C.20 bifacciale in silicio monocristallino, o similari, le cui caratteristiche riferite alle condizioni standard di irraggiamento (STC: 1000W/m², 25°C, AM 1,5) sono riportate in Tabella 2.1.

Tabella 2.1 - Dati tecnici moduli

Potenza massima (P_{max}) [W _p]	665
Tolleranza sulla potenza [%]	0~+5%
Tensione alla massima potenza (V_{mpp}) [V]	38.3
Corrente alla massima potenza (I_{mpp}) [A]	17.39
Tensione di circuito aperto (V_{oc}) [V]	46.1
Corrente di corto circuito (I_{sc}) [A]	18.50
Massima tensione di sistema [V_{dc}]	1500
Coefficiente termico αP_{mpp} [%/°C] (NOCT 43°)	-0.340%/°C
Coefficiente termico αV_{oc} [%/°C] (NOCT 43°)	-0.25%/°C
Coefficiente termico αI_{sc} [%/°C] (NOCT 43°)	+0.04%/°C
Efficienza modulo [%]	21,4%
Dimensioni principali [mm]	1303 x 2384 x 35
Numero di celle per modulo	132

2.3 Caratteristiche Inverter

Gli inverter selezionati per l'impianto avranno le caratteristiche individuate dal costruttore SMA, modello MV Power Station da 6000 kW e da 3000 kW, o similare, con potenza massima generabile rispettivamente di 6000 kW e 3000 kW, e saranno ubicati all'interno di *container* BT/MT (Medium Voltage Power Station - MVPS) completi di trasformatore e di interruttori per le linee in ingresso e uscita, oltre che per la protezione del trasformatore stesso.

I dati tecnici sono riportati in Tabella 2.2 e in Tabella 2.3.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 4 di 15

Tabella 2.2 - Dati tecnici inverter SMA MV Power Station 6000

Marca e Modello Tipo	SMA, modello MV Power Station 6000
Potenza nominale [kVA]	6000
Potenza nominale [kW] $\cos \varphi=1$	6000
Potenza nominale [kW] $\cos \varphi=0.8$	5400
Corrente massima DC [A]	2 x 3200
Corrente massima AC a 33kV [A]	105
Intervallo Tensione MPPT - V_{mpp} [V]	956-1200
Tensione Max DC- $V_{max DC}$ [V]	1500
N° di ingressi lato DC	2x24/2x32
Connessione di rete AC	655V, 50 Hz, 3F
Fattore di potenza $\cos \varphi$	1 / ± 0.8 IND/CAP
Dimensioni (A x L x P) mm	2896/12192/2438 mm
Efficienza Europea	98,6%
Efficienza Inverter max	98,8%

Tabella 2.3 - Dati tecnici inverter SMA MV Power Station 3000

Marca e Modello Tipo	SMA, modello MV Power Station 3000
Potenza nominale [kVA]	3000
Potenza nominale [kW] $\cos \varphi=1$	3000
Potenza nominale [kW] $\cos \varphi=0.8$	2700
Corrente massima DC [A]	3200
Corrente massima AC a 33kV [A]	53
Intervallo Tensione MPPT - V_{mpp} [V]	956-1200
Tensione Max DC- $V_{max DC}$ [V]	1500
N° di ingressi lato DC	2x24/2x32
Connessione di rete AC	655V, 50 Hz, 3F
Fattore di potenza $\cos \varphi$	1 / ± 0.8 IND/CAP
Dimensioni (A x L x P) mm	2591/6058/2438 mm
Efficienza Europea	98,6%
Efficienza Inverter max	98,8%

2.3.1 Potenza nominale del generatore fotovoltaico

Tenuto conto della superficie utile all'installazione degli inseguitori monoassiali e delle dimensioni standard dei *tracker* (aventi caratteristiche costruttive del modello Comal TRK SH18AB o similare),

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETRICO	PAGINA 5 di 15

l'impianto presenta le caratteristiche principali indicate in Tabella 2.4.

Tabella 2.4 – Dati principali impianto

Modello moduli FV	Modello Trina Solar Vertex bifacciali 665 Wp o similare
5 Cabine inverter (Power station)	Tipo SMA MVPS 6000 o similare
1 Cabine inverter (Power station)	Tipo SMA MVPS 3000 o similare
Distanza E-W tra le file	5,3 m
Distanza N-S tra le file	0.50 m
n. tracker da 26 moduli	2133
n. tracker da 13 moduli	222
n. totale tracker	2355
n. totale moduli	58344
n. stringhe da 26 moduli	2244
Potenza DC (MWp)	38,799
Potenza AC (MW)	33,0
Rapporto DC/AC	1,18

La potenza complessiva nominale dell'impianto, considerando n. 58344 moduli da 665 Wp, sarà pertanto di 38,799 MWp mentre la potenza in AC sarà pari a 33,0 MW, con un rapporto AC/DC di circa 1,18.

2.3.2 Accoppiamento stringhe-inverter

Per assicurare un funzionamento sicuro ed efficiente dell'inverter è necessario configurare il campo fotovoltaico adattandolo al modello di inverter prescelto, valutandone attentamente le condizioni estreme di funzionamento.

Il dimensionamento delle stringhe dell'inverter è stato effettuato considerando i requisiti previsti dalla guida CEI 82-25 ed in particolare, sono state verificate con il simulatore d'impianto implementato in PVSYTS, le seguenti condizioni di funzionamento:

1. Tensione massima stringa a vuoto, alla minima temperatura:

- Tensione di circuito aperto, Voc a 40°C inferiore alla tensione massima di sistema del modulo FV.
- Tensione di circuito aperto Voc a 5 °C inferiore alla tensione massima dell'inverter.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETRICO	PAGINA 6 di 15

2. Tensioni MPPT:

- La tensione nel punto STC deve essere compresa nella finestra di tensione in cui ricade il punto di funzionamento alla massima potenza.
- La tensione nel punto di massima potenza, V_{pm} a 40 °C deve essere maggiore della Tensione MPPT minima.
- Tensione nel punto di massima potenza, V_{pm} a 5 °C deve essere minore della Tensione MPPT massima.

Il parallelo delle uscite in c.c. avverrà mediante l'utilizzo di quadri di campo e manovra distribuiti opportunamente nei singoli sottocampi FV come indicato negli elaborati grafici di progetto.

I risultati delle verifiche di accoppiamento, nelle condizioni più gravose, sono riassunti nella Tabella 2.5.

Tabella 2.5 - Configurazione stringhe – MPPT (26 moduli per stringa).

Ver. n.	Grandezza	Temperatura	Valore grandezza	Valore verifica
1	Tensione a Vuoto alla Minima Temperatura	5°C	1255 V	<1500V (Moduli)
				<1500V (Inverter)
2	Tensione di MPPT a STC	25°C	995V	956V -1200 V
	Tensione di MPPT alla minima Temperatura	5°C	1063 V	<1500V
	Tensione di MPPT alla Massima Temperatura	40 °C	947 V	>927V

2.4 Quadri BT

2.4.1 Quadri elettrici BT lato c.a.

I quadri elettrici saranno realizzati con struttura in robusta lamiera di acciaio con un grado di protezione IP55. I quadri elettrici di BT c.a. dovranno avere le caratteristiche riportate in Tabella 2.6.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTTRICO	PAGINA 7 di 15

Tabella 2.6 - Dati tecnici Quadri Elettrici BT c.a.

Tensione nominale [V]	690
Tensione esercizio [V]	400
Numero delle fasi	3F + PE
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per 1 min verso terra e tra le fasi [kV]	2,5
Frequenza nominale [Hz]	50
Corrente nominale sbarre principali.	3200 A

2.4.2 Quadri di campo e di parallelo stringhe c.c.

I quadri elettrici di BT c.c. dovranno avere le caratteristiche riportate in Tabella 2.7.

Tabella 2.7 - Dati tecnici Quadri Elettrici BT c.a.

Tensione nominale [V]	1500V
Tensione esercizio [V]	800-1500V
Numero delle fasi	+/-
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per 1 min verso terra e tra le fasi [kV]	2,5
Frequenza nominale [Hz]	0
Corrente nominale sbarre principali.	3200 A

2.5 Quadri MT

Nell'impianto sono dislocati quadri MT di smistamento e di connessione alle MVPS.

In ciascuna cabina di conversione e trasformazione è previsto un quadro di media tensione con la cella di protezione del trasformatore e i due sezionatori della linea entra-esce che collega tra loro le cabine d'impianto.

I dati tecnici principali dei quadri di distribuzione prescelti sono riportati in Tabella 2.8.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETRICO	PAGINA 8 di 15

Tabella 2.8 - Dati tecnici quadri MT

Tensione nominale [kV]	30
Tensione di esercizio [kV]	30
Frequenza nominale [Hz]	50
N° fasi	3
Corrente nominale delle sbarre principali [A]	630/1250
Corrente nominale max delle derivazioni [A]	630/1250
Corrente nominale ammissibile di breve durata [kA]	12,5/16
Corrente nominale di picco [kA]	31,5 kA
Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale [kA]	12,5kA/16kA
Durata nominale del corto circuito [s]	1

La tensione di riferimento per l'isolamento delle apparecchiature è di 36 kV. L'isolamento dei cavi MT è pari a 18/30kV.

2.6 Cavi per la distribuzione elettrica in BT c.c.

I cavi utilizzati sul lato c.c. dell'impianto di produzione devono essere in grado di sopportare severe condizioni ambientali per tutta la durata in vita dell'impianto. Le condutture devono avere un isolamento doppio per ridurre i guasti a terra e i corto circuiti.

Per il collegamento dei quadri di stringa agli inverter si utilizzeranno cavi del tipo ARG7OR 0,6/1 kV c.a 0,9/1,5KV c.c., conduttore in alluminio, corda rigida compatta isolamento classe 2, materiale gomma, qualità G7, guaina riempitiva materiale termoplastico, guaina esterna materiale: pvc, qualità rz, colore: grigio.

Per collegamenti in c.c. tra i moduli verranno impiegati cavo unipolari adatti al collegamento dei vari elementi degli impianti fotovoltaici e solari, sigla H1Z2Z2-K con tensione nominale di esercizio: 1.0kV c.a - 1.5kV c.c., Um: 1.800 V c.c., colore guaina esterna Nero o Rosso (basato su RAL 9005 o 3000), isolati con gomma Z2, sotto guaina Z2, con conduttori flessibili stagnati. Non propaganti la fiamma, senza alogeni, a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

La sezione del cavo deve essere tale che la sua portata I_z non sia inferiore alla corrente d'impiego I_b e che la caduta di tensione ai suoi capi sia entro il 2-3% per limitare al minimo le perdite di energia per effetto Joule.

2.7 Cavi per la distribuzione elettrica in BT c.a.

I cavi utilizzati sul lato c.a. dell'impianto di produzione devono essere adatti per l'alimentazione di energia per installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 9 di 15

sistemi simili, sarà possibile la posa fissa all'interno, all'esterno e interrata (ammessa diretta e indiretta) del tipo FG16OR16 con tensione nominale U_o/U: 600/1.000 V c.a., tensione massima U_m: 1.200 V c.a.

La sezione del cavo deve essere tale che la sua portata I_z non sia inferiore alla corrente d'impiego I_b e che la caduta di tensione ai suoi capi sia entro il 2-3% per limitare al minimo le perdite di energia per effetto Joule.

2.8 Cavi per la distribuzione elettrica in MT

La linea di distribuzione in MT realizza le connessioni tra le cabine di conversione/trasformazione e le connette al locale di consegna. I cavi sono stati dimensionati considerando la modalità e profondità di posa e la lunghezza della linea.

I cavi utilizzati sono tripolari del tipo ARG7H1RX - 18/30 kV - U_{max}: 36 kV elicordati.

Le caratteristiche indicate nelle Tabella 2.9 e Tabella 2.10.

Tabella 2.9 – Caratteristiche tecniche cavi in MT tipo ARG7H1RX - 18/30 kV

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo anima	Ø circoscritto indicativo	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A	
							in aria	interrato ^{*)}
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A
3 x 1 x 35	7,0	8,0	1,9	33,5	72,0	3150	144	142
3 x 1 x 50	8,1	8,0	2,0	34,1	73,3	3480	174	168
3 x 1 x 70	9,7	8,0	2,0	36,2	77,8	3880	218	207
3 x 1 x 95	11,4	8,0	2,1	38,2	82,1	4355	266	247
3 x 1 x 120	12,9	8,0	2,2	40,0	86,0	5020	309	281
3 x 1 x 150	14,3	8,0	2,2	41,0	88,2	5385	352	318
3 x 1 x 185	16,0	8,0	2,3	43,1	92,7	6040	406	361
3 x 1 x 240	18,3	8,0	2,4	45,0	96,8	6910	483	418

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:
 - Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
 - Temperatura ambiente 20°C
 - profondità di posa: 0,8 m

Tabella 2.10 – Caratteristiche elettriche cavi in MT tipo ARG7H1RX - 18/30 kV

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 10 di 15

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz	Reattanza di fase	Capacità a 50Hz
n° x mm ²	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	μF/km
3 x 1 x 35	0,868	1,113	0,14	0,17
3 x 1 x 50	0,641	0,822	0,13	0,18
3 x 1 x 70	0,443	0,568	0,13	0,21
3 x 1 x 95	0,320	0,411	0,12	0,23
3 x 1 x 120	0,253	0,325	0,12	0,25
3 x 1 x 150	0,206	0,265	0,11	0,27
3 x 1 x 185	0,164	0,211	0,11	0,29
3 x 1 x 240	0,125	0,161	0,11	0,32

2.9 Dimensionamento dei circuiti BT e MT

I cavi elettrici in corrente continua e in corrente alternata, ossia dalla connessione di stringa agli inverter, passando per i quadri di campo fino alla stazione AT, sono stati dimensionati in modo tale che risultino soddisfatte le relazioni:

$$I_b \leq I_z$$

$$\Delta V\% \leq 2\%,$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo;
- I_z è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$ è la caduta di tensione percentuale nell'impianto.

I valori di dimensionamento delle tratte principali di impianto sono riassunti in Tabella 2.11, dove si riportano le sezioni per fase e le portate dei cavi impiegati nelle tratte principali della distribuzione in media tensione.

Tabella 2.11 – Sezioni per fase e portate dei cavi delle tratte principali

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 11 di 15

Tratta	POTENZA	I _b (A)	S (mmq)	I _z (A)
SSE UTENTE				
SSE UTENTE - QMT	3.30E+07	636	1x630	621
IMPIANTO FV				
QMT SSE - QMT IMPIANTO	3.30E+07	636	1x630	621
QMT IMPIANTO - MVPS 1	1.80E+07	347	3x1x185	361
MVPS 1 - MVPS 2	1.20E+07	231	3x1x95	266
MVPS 2 - MVPS 3	6.00E+06	116	3x1x50	168
QMT IMPIANTO - MVPS 4	1.50E+07	289	3x1x185	361
MVPS 4 - MVPS 5	9.00E+06	173	3x1x95	266
MVPS 5 - MVPS 6	6.00E+06	116	3x1x50	168
IMPIANTO BESS				
QMT - BESS 1.1	1.89E+07	364	3x1x240	418
BESS 1.1 - BESS 1.2	1.58E+07	303	3x1x185	361
BESS 1.2 - BESS 1.3	1.26E+07	243	3x1x95	266
BESS 1.3 - BESS 1.4	9.45E+06	182	3x1x95	266
BESS 1.4 - BESS 1.5	6.30E+06	121	3x1x50	168
BESS 1.5 - BESS 1.6	3.15E+06	61	3x1x50	168

Per il dimensionamento dei cavi dei circuiti in corrente continua si è valutata la corrente d'impiego I_b pari alla corrente di corto circuito I_{sc} erogata dal modulo, con una maggiorazione del 25% per tener conto di valori di irraggiamento superiori rispetto alle condizioni standard.

$$I_b = 1,25 \cdot I_{sc}$$

La relazione riportata di seguito esprime la caduta di tensione nei vari tratti:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{K \cdot R \cdot I_b}{V} \cdot 100$$

dove:

- K=1 per linee trifase a.c., K=2 per linee in c.c.
- R è la resistenza elettrica del cavo considerato espressa in ohm;
- V è la tensione nel tratto di circuito considerato.

I valori delle cadute di tensione calcolati sono riportati in

Tabella 2.12

Tabella 2.12 – Cadute di tensione delle tratte principali a MT

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTRICO	PAGINA 12 di 15

Tratta	POTENZA	Ib (A)	S (mmq)	R (Ohm/km)	V (kV)	L (km)	DV (V)	DV%
SSE UTENTE								
SSE UTENTE - QMT	3.30E+07	636	1x630	0.06	30	0.100	3.82	0.01
IMPIANTO FV								
QMT SSE - QMT IMPIANTO	3.30E+07	636	1x630	0.06	30	4.850	185.03	0.62
QMT IMPIANTO - MVPS 1	1.80E+07	347	3x1x185	0.22	30	0.250	19.08	0.06
MVPS 1 - MVPS 2	1.20E+07	231	3x1x95	0.41	30	0.650	61.62	0.21
MVPS 2 - MVPS 3	6.00E+06	116	3x1x50	0.87	30	0.240	24.14	0.08
QMT IMPIANTO - MVPS 4	1.50E+07	289	3x1x185	0.22	30	1.360	86.47	0.29
MVPS 4 - MVPS 5	9.00E+06	173	3x1x95	0.41	30	0.700	49.77	0.17
MVPS 5 - MVPS 6	6.00E+06	116	3x1x50	0.87	30	0.750	75.43	0.25
IMPIANTO BESS								
QMT - BESS 1.1	1.89E+07	364	3x1x240	0.16	30	0.050	2.91	0.01
BESS 1.1 - BESS 1.2	1.58E+07	303	3x1x185	0.22	30	0.030	2.00	0.01
BESS 1.2 - BESS 1.3	1.26E+07	243	3x1x95	0.41	30	0.030	2.99	0.01
BESS 1.3 - BESS 1.4	9.45E+06	182	3x1x95	0.41	30	0.030	2.24	0.01
BESS 1.4 - BESS 1.5	6.30E+06	121	3x1x50	0.87	30	0.070	7.39	0.02
BESS 1.5 - BESS 1.6	3.15E+06	61	3x1x50	0.87	30	0.030	1.58	0.01

Infine, nella Tabella 2.13 vengono indicate le cadute di tensione per le tratte tipo in BT, assumendo una lunghezza massima per tratta da striga a quadro di campo di 200m, con cavo tipo H1Z2Z2-K Formazione 2x10 mm² e da quadro di campo a inverter di 300m con cavo tipo H1Z2Z2-K Formazione 2x120 mm².

Tabella 2.13 – Calcolo cadute di tensione delle tratte tipo BT

Tratta BT	Ib (A)	S (mmq)	Iz(A)	R (Ohm/km)	V (kV)	L (km)	DV (V)	DV%
Stringa - QDC	13,29	2x10	95	3,08	1,2	0,20	8,19	0,68
QDC - MVPS	253,00	2x120	310	0,16	0,80	0,30	12,14	1,52

2.10 Protezione dei circuiti MT

Le unità di protezione elettrica dei circuiti MT saranno basate su tecnologia a microprocessore e adatte a garantire elevata affidabilità e disponibilità di funzionamento.

Le unità di protezione saranno di tipo espandibile e potranno essere dotate, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee MT;
- gestione dei segnali dai trasformatori;
- acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche;
- emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature, ecc.).

La regolazione delle soglie, avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo rendendo più semplice l'utilizzo e la consultazione all'operatore.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTTRICO	PAGINA 13 di 15

Saranno implementate le seguenti protezioni:

- massima tensione concatenata (59 - senza ritardo intenzionale);
- massima tensione omopolare (59N - ritardata);
- minima tensione concatenata (27- ritardo tipico: 300 ms);
- massima frequenza (81> senza ritardo intenzionale);
- minima frequenza (81< senza ritardo intenzionale);
- protezione contro la perdita di rete con PLC di richiusura DDI con rete presente;
- protezione direzionale di terra 67N;
- massima corrente 50/51;
- massima corrente di terra 50N/51N;
- sequenza negativa / squilibrio 46;
- mancata apertura interruttore 50BF.

Il valori di taratura delle diverse protezioni saranno definiti in fase di progettazione esecutiva.

2.11 Protezione dei circuiti BT

2.11.1 Protezione contro i sovraccarichi

La protezione dei sovraccarichi è effettuata secondo la norma CEI 64-8/4 rispettando le condizioni seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z = Portata in regime permanente della condotta
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

La protezione contro i sovraccarichi può essere omessa sui cavi delle stringhe FV e dei moduli FV poiché la portata dei cavi è superiore a 1,25 volte I_{SC} (712.433.1 della Norma CEI 64-8/7), dove I_{SC} è la corrente di cortocircuito del generatore fotovoltaico a STC.

La protezione contro i sovraccarichi può essere omessa sul cavo principale FV poiché la portata è superiore a 1,25 volte il valore I_{SC} del generatore FV (712.433.2 della Norma CEI 64-8/7).

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO PARCO AGRIVOLTAICO "PIMPISU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO SASE-FVS-RP2
	TITOLO CALCOLI PRELIMINARI DIMENSIONAMENTO ELETTTRICO	PAGINA 14 di 15

2.11.2 Protezione contro i cortocircuiti

La protezione dei cortocircuiti sarà effettuata secondo la norma CEI 64-8/4 rispettando le condizioni seguenti:

$$I_{cc_{max}} \leq P.d.I.$$

$$I^2t \leq K^2 S^2$$

Dove:

- $I_{cc_{max}}$ = Corrente di cortocircuito massima
- P.d.I. =Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
- I^2t = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
- K = Coefficiente della conduttura utilizzata
 - o 115 per cavi isolati in PVC;
 - o 135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica;
 - o 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato;
- S = Sezione della conduttura.

2.12 Contributo alle correnti di corto circuito al PCC

Il calcolo del contributo dell'impianto alla corrente di corto circuito al punto di consegna (Point of Common Coupling - PCC) è fatto considerando la situazione più gravosa valutando il contributo al corto circuito nei morsetti del generatore fotovoltaico.

Il contributo alla corrente di corto circuito dell'inverter lato c.a. AT a 150kV è in genere trascurabile rispetto al contributo della rete in quanto esso limita la corrente in uscita ad un valore doppio della sua corrente nominale e si porta in stand-by in pochi decimi di secondo per intervento delle protezioni interne. Il contributo al corto circuito sul lato c.a. AT può essere calcolato considerando il contributo proveniente dagli inverter di cabina e maggiorando del 100% il valore della corrente nominale complessiva che è pari a 127A. Di conseguenza il contributo al c.to c.to risulta pari a 254 A.