

**REGIONE SICILIA**  
**Provincia di Trapani**  
**COMUNI DI CASTELVETRANO E PARTANNA**

PROGETTO

**IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA"**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A 18,9 MW<sub>p</sub> E  
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTI NEI COMUNI DI CASTELVETRANO E PARTANNA**



**PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE



**X-ELIO FAVARA S.r.l**  
Corso Vittorio Emanuele II, 349  
00186 Roma  
P.I. 116234061006

PROGETTISTA:



**Hydro Engineering s.s.**  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI**

CODICE ELABORATO	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODIFICA PROGETTISTA
<b>PD-R.7</b>	03-2022	/	1 di 103	A4	<b>R.7 – XELI719PDRrti007R0</b>

NOME FILE: R.7 – XELI719PDRrti007R0.doc

X-ELIO FAVARA S.r.l si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	2

### Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	03-2022	Prima emissione	VF	MG	DG

COMMITTENTE

**X-ELIO**+

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	3

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE.....</b>	<b>6</b>
2.1	RIFERIMENTI CARTOGRAFICI .....	6
2.2	DATI GENERALI IMPIANTO .....	11
2.1	CONFIGURAZIONE IMPIANTO .....	12
<b>3</b>	<b>DATI GENERALI DEL PROGETTO .....</b>	<b>14</b>
3.1	REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI, REGOLAMENTI .....	14
3.2	GLOSSARIO E DEFINIZIONI USATE NEL TESTO .....	14
3.3	MODULO 1 – DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE.....	15
3.4	MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA .....	16
3.5	MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE.....	16
3.6	MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO.....	18
3.7	MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO .....	19
3.8	MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE.....	19
3.9	MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO (PRINCIPALI PER PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE)....	23
<b>4</b>	<b>CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CALCOLO IMPIANTI AT .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>CALCOLO IMPIANTI MT .....</b>	<b>29</b>
6.1	NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	29
6.2	DATI PRINCIPALI.....	29
6.3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO .....	30
6.4	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE .....	31
6.5	CALCOLO DELLE PORTATE .....	31
6.5.1	<i>Dati tecnici del cavo utilizzato.....</i>	<i>31</i>
6.5.2	<i>Temperatura del terreno.....</i>	<i>32</i>
6.5.3	<i>Numero di terne per scavo.....</i>	<i>32</i>
6.5.4	<i>Profondità di posa.....</i>	<i>33</i>
6.5.5	<i>Resistività termica del terreno.....</i>	<i>33</i>
6.5.6	<i>Tabulati di calcolo.....</i>	<i>33</i>
<b>7</b>	<b>CALCOLO IMPIANTI BT.....</b>	<b>35</b>
7.1	TIPOLOGIA DI IMPIANTO.....	35
7.2	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI .....	36
7.3	ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE.....	37
7.4	PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE.....	37
7.5	CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA.....	37
7.6	CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA .....	38
7.7	CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	39
7.7.1	<i>Moduli fotovoltaici.....</i>	<i>40</i>
7.7.2	<i>Power Station PS e Inverter.....</i>	<i>43</i>
7.7.3	<i>Inverter.....</i>	<i>45</i>
7.7.4	<i>Quadro di parallelo BT.....</i>	<i>48</i>
7.7.5	<i>Trasformatore BT/MT.....</i>	<i>48</i>
7.7.6	<i>Interruttori di media tensione .....</i>	<i>48</i>
7.7.7	<i>Quadri servizi ausiliari.....</i>	<i>48</i>
7.7.8	<i>Trasformatore BT/BT.....</i>	<i>49</i>
7.7.9	<i>UPS per servizi ausiliari.....</i>	<i>49</i>
7.7.10	<i>Sistema centralizzato di comunicazione.....</i>	<i>49</i>
7.8	VERIFICHE ELETTRICHE.....	49
7.8.1	<i>Sottocampo PS1 .....</i>	<i>50</i>
7.8.2	<i>Sottocampo PS2.....</i>	<i>52</i>
7.8.3	<i>Sottocampo PS3 .....</i>	<i>54</i>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	4

7.8.4	<i>Sottocampo PS4</i> .....	56
7.8.5	<i>Sottocampo PS5</i> .....	58
<b>8</b>	<b>SISTEMA BESS</b> .....	<b>60</b>
8.1	BATTERY STORAGE ENERGY .....	62
8.2	POWER CONVERSION SYSTEM E TRASFORMAZIONE MT/MT .....	63
<b>9</b>	<b>DATASHEET COMPONENTI IMPIANTO</b> .....	<b>66</b>
9.1	MODULI FOTOVOLTAICI .....	66
9.2	INVERTER .....	69
9.3	POWER STATION.....	74
9.4	CAVI MT .....	79
9.5	CAVI BT .....	82
9.6	CAVI CC .....	85
<b>10</b>	<b>DATASHEET COMPONENTI BESS</b> .....	<b>89</b>
10.1	INVERTER.....	89
10.2	CONTAINER .....	94
10.3	BATTERIE INDOOR .....	99

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	5

## 1 PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata dalla Società X-ELIO Favara SRL, di redigere il progetto definitivo di un impianto agro-fotovoltaico della potenza di circa 18,9 MWp, ubicato nel Comune di Castelvetrano e delle relative opere di connessione alla Rete, presso la Sottostazione di utente e relativa RTN site nel Comune di Partanna, in Provincia di Trapani.

Il progetto definitivo consiste nella realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico a terra, su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers), ubicato nel Comune di Castelvetrano; in uno con l'impianto sarà realizzato un sistema BESS da 7,5 MW.

Il sistema BESS è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche, costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

Nel complesso l'impianto BESS è caratterizzato da una potenza nominale pari a circa 7,5 MW e da una capacità energetica nominale pari a circa 30,0 MWh, realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando container attrezzati per le varie necessità impiantistiche ed idonei a garantire una facile rimovibilità.

L'impianto sarà composto complessivamente da n.5 sottocampi della potenza variabile da 3,72 MW sino a 3,85 MW, collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione.

Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di sottocampo e la cabina principale di impianto (MTR), dalla quale si dipartono le linee di collegamento di media tensione interrato verso il punto di consegna (passando in enra/esce per il sistema BESS di accumulo), presso la nuova sottostazione elettrica di trasformazione di utente, che verrà realizzata nei pressi dell'esistente stazione elettrica di Partanna.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	6

## 2 DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

### 2.1 RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il nuovo impianto agro-fotovoltaico in oggetto insisterà su un lotto di terreno sito in agro del comune di Castelvetro (Trapani) di estensione pari a circa 24,0 ha.

La sottostazione elettrica di connessione ricade invece nel territorio del Comune di Partanna (TP), contrada Magaggiari. Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

#### 1) Impianto Agro-fotovoltaico "FAVARA":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257\_II\_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 618060, n° 618070;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Castelvetro n°22, p.lle 32, 137, 29, 5, 6, 145, 185, 2, 3, 4, 7;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Castelvetro n°14, p.lle 93, 95, 130, 84, 85, 72;

#### 2) Sistema BESS di accumulo:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257\_II\_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 618060, n° 618070;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Partanna n°43, p.lle 78;

#### 3) Cavidotto di connessione impianto-SSE:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257\_II\_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 618070, n°618110;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Partanna n. 45 (p.lle 189, 2, 3, 4, 209, 8);
- Fogli di mappa catastale del Comune di Partanna n. 29 (p.lle 136);

#### 4) SSE:

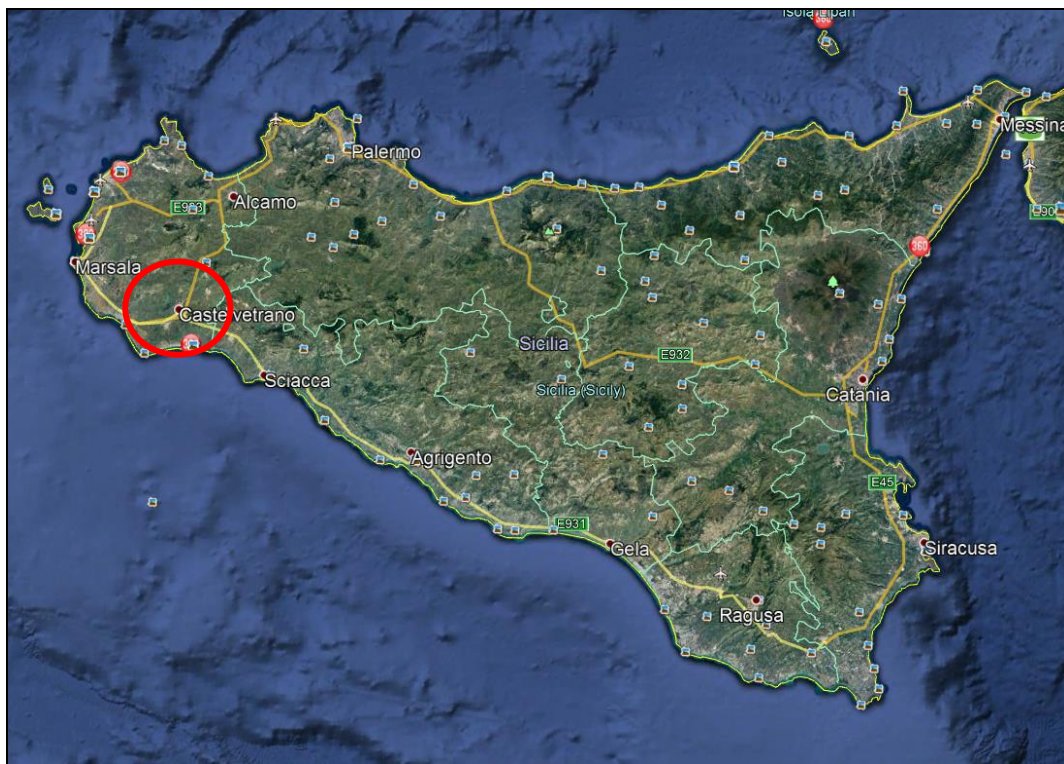
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "257\_II\_SE-Partanna; Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, foglio n° 618110;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Partanna n°63, p.lle 48;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	7

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dell'impianto agro-fotovoltaico e della sottostazione elettrica:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E	N	H [m s.l.m.]
Parco agro-fotovoltaico	308846	4176874	H=255
Cabina MTR	309225,7	4177102,7	H=255
Sottostazione elettrica SSE	310346	4174221	H=217
Sistema di accumulo BESS	309440	4176982	H=237

*Tabella 1 - Coordinate assolute del parco AFV, della SSE e del BESS*



*Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	8

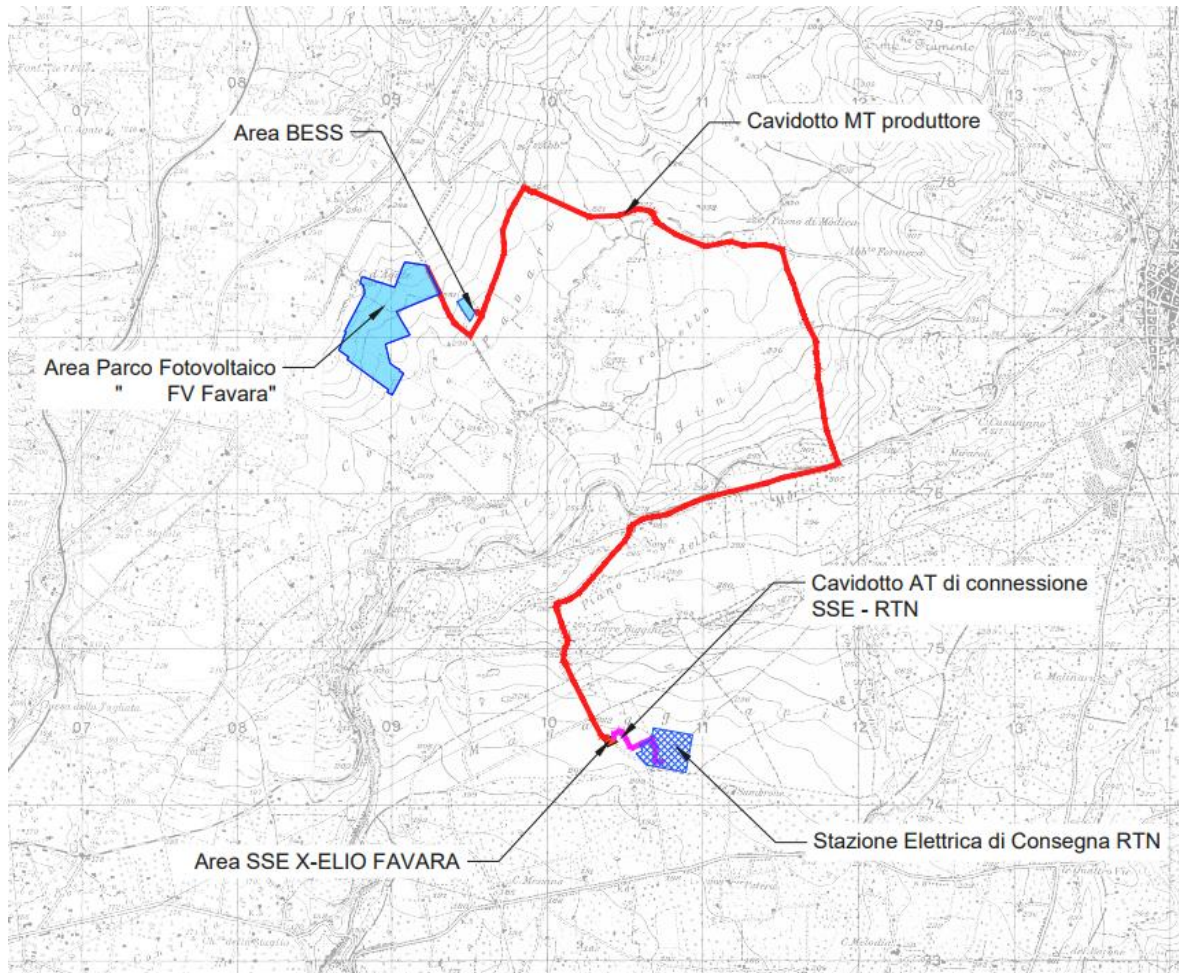


Figura 2 - Inquadramento impianto agro-fotovoltaico su IGM 1:25.000

COMMITTENTE

X-ELIO⊕

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 - XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	9

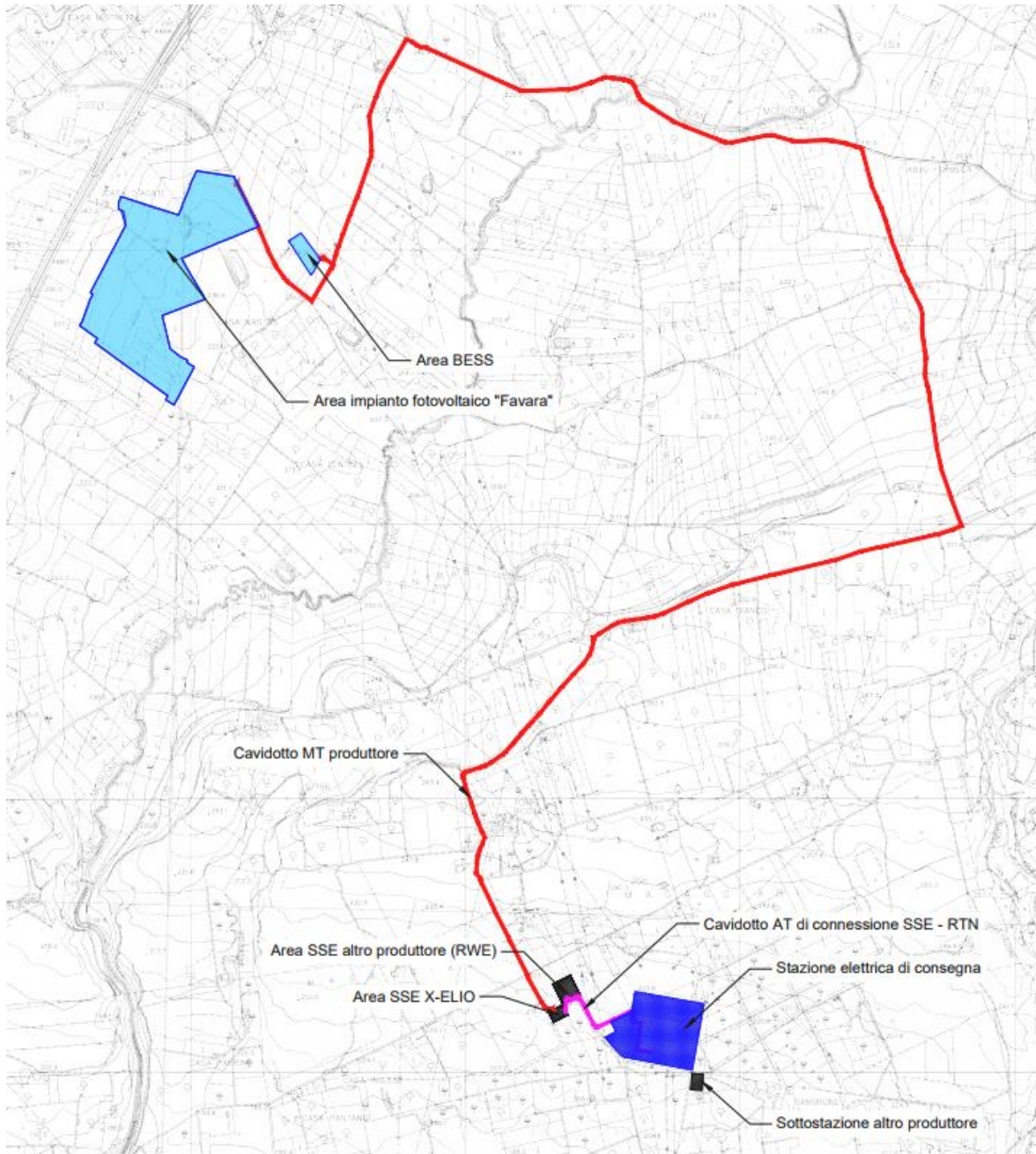


Figura 3- Inquadramento impianto agro-fotovoltaico su CTR

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	10

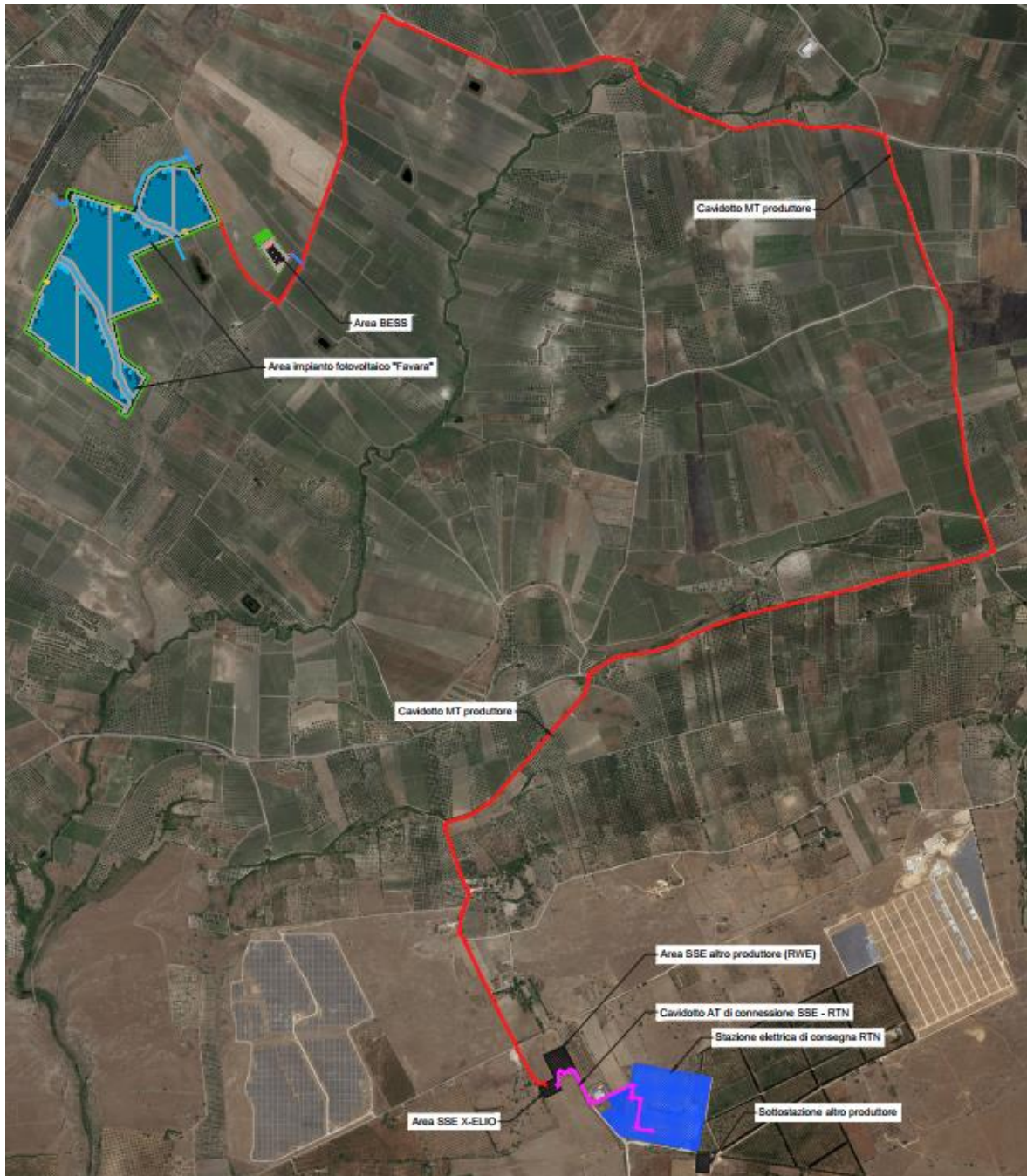


Figura 4- Inquadramento Impianto AFV e Sottostazione elettrica su ortofoto

COMMITTENTE

X-ELIO⊕

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	11

## 2.2 DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto AFV "Favara", ubicato nel territorio del Comune di Castelvetro, presenta le seguenti componenti principali:

- una cabina principale di impianto, per la connessione e la distribuzione (MTR), nella quale verranno convogliate tutte le linee MT relative ai rami A e B che collegano le Power Station alla MTR;
- N. 5 Power Station (PS). Le Power Station o cabine di campo avranno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata ed elevare la tensione da bassa a media tensione; esse saranno collegate tra loro in entra-esce, su più rami i dalla MTR (in antenna). Ciascun ramo trasporterà una potenza variabile da 11,32 a 7,58 MW e convergerà su un quadro MT a 30 kV verso la cabina di distribuzione MTR.
- i cavi provenienti dalle String Box collegati alle Power Station che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie.
- i moduli fotovoltaici che saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.

L'impianto è connesso alla rete attraverso le seguenti componenti:

- un collegamento elettrico dell'impianto agro-fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione presso la Stazione Elettrica esistente di Partanna. Tale connessione avverrà previa condivisione del punto di connessione con l'operatore elettrico RWE Renewables Italia S.r.l. ed attraverso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetro Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l. (oggetto di altri progetti del Gruppo X-ELIO Italia ed attualmente in fase di autorizzazione);
- la Sottostazione elettrica di utente del promotore verrà collegata in derivazione alla barra generale AT della costruenda Sottostazione Elettrica dell'operatore RWE. Da questa stazione si diparte la linea in cavo AT interrato per il collegamento alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione AT 150 kV, sul sistema di sbarre esistente presso la stazione del Gestore;
- uno stallo TR02 X-ELIO FAVARA S.r.l in AT con trasformatore AT/MT 25/33 MVA e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento all'interno della sottostazione di utente di trasformazione AT/MT 150/30 kV di X-ELIO Italia 1 S.r.l.
- una linea interrata MT di collegamento fra la SSE di utente e l'impianto agro-fotovoltaico, giacente lungo viabilità esistente;
- un sistema di accumulo da 7.50 MW/30 MWh, per l'accumulo di parte dell'energia

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	12

elettrica prodotta dal parco agro-fotovoltaico. Il sistema “Energy storage” è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell’energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

Tale sistema verrà collegato in entra esce con la MTR di impianto.

L’impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall’impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

L’impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza potranno essere alimentati da un generatore temporaneo diesel di emergenza e da un sistema di accumulo ad esso connesso (sola predisposizione).

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata	Superficie impegnata	Incidenza percentuale
	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	
Proprietà	239.976,7	24,00	100,0%
Fascia di mitigazione a verde perimetrale	24.452,52	2,45	10,2%
Viabilità di servizio	25.188,0	2,52	10,5%
Area occupata da pannelli	87.304,3	8,73	36,30%
Cabine elettriche	330,75	0,03	0,14%
Area occupata dagli impluvi interni all’impianto	14699,0	1,47	6,13%
Corridoi tra pannelli	88.059,9	8,81	36,73%

Il grafico che segue indica l’incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 24,0 ha.

## 2.1 CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L’impianto oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica e sarà pertanto collegato alla rete elettrica di trasmissione nazionale RTN. L’impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina (PS), dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun sottocampo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto (MTR), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in alta tensione, presso la Sottostazione

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	13

Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico “Castelvetrano Besi” di X-ELIO Italia 1 S.r.l. Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da un totale di n.5 sottocampi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Area	Sottocampo	Potenza (MW)
Castelvetrano	PS1	3,72
	PS2	3,72
	PS3	3,74
	PS4	3,86
	PS5	3,86
<b>Totale</b>		<b>18,89 kW</b>

*Tabella 2 - Suddivisione in sottocampi impianto FV Favara*

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi e/o trivellati nel terreno.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **18.892,30 kW<sub>p</sub>**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme EN 60904-3.

Il generatore è composto complessivamente da 27.580 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da inverter modulari centralizzati, in numero di due per ciascuna Power Station.

L'impianto agro-fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 5 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 67), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	14

### 3 DATI GENERALI DEL PROGETTO

#### 3.1 REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI, REGOLAMENTI

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

Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le componenti l'impianto, dovranno essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni ed indicazioni delle Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

#### 3.2 GLOSSARIO E DEFINIZIONI USATE NEL TESTO

- Cella fotovoltaica:* dispositivo fotovoltaico fondamentale che provvede alla generazione di energia elettrica se esposto alla radiazione solare;
- Modulo fotovoltaico:* insieme di celle fotovoltaiche interconnesse fra loro e assemblate in supporti idonei dalle case produttrici, protette dall'ambiente circostante attraverso opportuni involucri. Il modulo fotovoltaico, con le sue caratteristiche elettriche (tensione e corrente nominali), costituisce l'unità elementare per la progettazione elettrica dell'impianto fotovoltaico.
- Stringa fotovoltaica* insieme di moduli fotovoltaici collegati in serie per raggiungere la tensione di uscita desiderata;
- Generatore FV* insieme di stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo per raggiungere la potenza desiderata;
- Impianto fotovoltaico* impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in energia elettrica (effetto fotovoltaico); pertanto, esso rientra nella categoria degli impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili (cioè la cui produzione di energia elettrica risulta aleatoria e in funzione del regime meteorologico istantaneo. L'impianto è essenzialmente costituito dal generatore fotovoltaico, dal gruppo di conversione e dal sistema di interfacciamento alla rete elettrica di distribuzione;
- Inverter* dispositivo che provvede alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dal generatore fotovoltaico da corrente continua a corrente alternata;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	15

- ❑ *Interfaccia rete*      dispositivo che provvede all'interfacciamento dell'impianto fotovoltaico all'impianto elettrico dell'utilizzatore e, quindi, alla rete elettrica locale;
- ❑ *Potenza di picco  $Wp$*  potenza generata da un dispositivo fotovoltaico (modulo, stringa o generatore) misurata ai morsetti in corrente continua e rimostrata alle condizioni di prova standard (abbr. STC) che risultano le seguenti: Air Mass = 1.5, irraggiamento solare sul piano dei moduli pari a 1 kW/m<sup>2</sup>, temperatura di lavoro della cella fotovoltaica pari a 25°C;
- ❑ *Gestore della rete*      è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica ai clienti utilizzatori (es. AEM, ENEL, TERNA);
- ❑ *Cliente utilizzatore*    è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura di energia elettrica.

### 3.3 MODULO 1 – DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
1.1	<b>Committente</b>	X-ELIO FAVARA S.r.l Corso Vittorio Emanuele II, 349 00186 Roma P.I. 116234061006)	
1.2	<b>Contatto</b>	Ing. Luigi Matichecchia	
1.3	<b>Estremi del progettista</b>	Hydro Engineering s.s. di Mariano e Damiano Galbo P.I. - 02050770813	
1.4	<b>Ubicazione</b>	Comune di Castelvetrano (TP) Comune di Partanna (TP)	
1.5	<b>Scopo del lavoro</b>	Progettazione definitiva di un impianto Agro-fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale della potenza complessiva pari a 18,9 MW <sub>p</sub> sito nel comune di Castelvetrano. L'impianto sarà affiancato da un sistema di <i>storing</i> (BESS) e collegato alle rete elettrica RTN 150 kV, presso la SE Terna esistente di Partanna, attraverso la SSE E-ON 150 kV (stallo condiviso)	
1.6	<b>Vincoli progettuali da rispettare</b>	Impianto ricadente in Zona Agricola. Vedasi relazione generale del progetto definitivo, Studio Impatto Ambientale e Studio Paesaggistico.	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	16

1.7	<b>Informazioni di carattere generale</b>	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. Presenza di ampi spazi con andamento piano altimetrico locale caratterizzato da un lieve declivio nell'area di Castelvetro, Presenza di alcuni manufatti non rilevanti all'interno dell'area BESS.	
-----	---	--	--

### 3.4 MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
2.1	<b>Destinazione d'uso</b>	Area Agricola	
2.2	<b>Superfici disponibili</b>	Area impianto: 24,00ha (Area totale) SSE utente esterna all'area di impianto ma comunque in area agricola sita nel comune di Partanna.	
2.3	<b>Descrizione area</b>	<input type="checkbox"/> Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso.	

### 3.5 MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
3.1	<b>Latitudine, longitudine</b>	Area impianto Foglio di mappa catastale del Comune di Castelvetro n°22, plla 32, 137, 29, 5, 6, 145, 185, 2, 3, 4, 7; Foglio di mappa catastale del Comune di Castelvetro n°14, plla 93, 95, 130, 84, 85, 72,; Area BESS Foglio di mappa catastale del Comune di Partanna n°43, plla 78; Sottostazione Elettrica Foglio di mappa catastale del Comune di Partanna n° 63, plla 48;	



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	17

3.2	<b>Altitudine</b>	<b>COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84</b>			
		<b>DESCRIZIONE</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>H [m s.l.m.]</b>
		Parco Agro-fotovoltaico	308846	4176874	H=255
		Cabina MTR	309225,7	4177102,7	H=255
		Sottostazione elettrica SSE	310346	4174221	H=217
		Sistema di accumulo BESS	309440	4176982	H=237
3.3	<b>Radiazione solare</b>	<i>Vedi tabella modulo 7</i>			
3.4	<b>Temperatura:</b> <input type="checkbox"/> min/max all'aperto <input type="checkbox"/> media del giorno più caldo <input type="checkbox"/> media delle massime mensili <input type="checkbox"/> media annuale	<i>Vedi tabella modulo 7</i>			
3.5	<b>Formazione di foschie/nebbie</b>	Possibile			
3.4	<b>Presenza di corpi solidi estranei:</b> <b>Presenza di polvere/sabbia:</b>	SI SI	Prevedere un corretto grado di protezione (IP)		
3.4	<b>Presenza di liquidi:</b> Tipo di liquido <input type="checkbox"/> Possibilità di stillicidio <input type="checkbox"/> Esposizione alla pioggia <input type="checkbox"/> Esposizione agli spruzzi <input type="checkbox"/> Possibilità di getti d'acqua <input type="checkbox"/> Nebbia salina	Acqua - SI - - SI	Prevedere il posizionamento delle apparecchiature elettriche in cabina protetta		
3.5	<b>Condizioni del terreno:</b> Carico specifico ammesso (N/m <sup>2</sup> ) <input type="checkbox"/> Livello della falda freatica (m) <input type="checkbox"/> Profondità della linea di gelo <input type="checkbox"/> Resistività elettrica (ρ m) <input type="checkbox"/> Resistività termica del terreno	Vedi Relazione geologica			
3.6	<b>Ventilazione dei locali:</b> <input type="checkbox"/> Naturale <input type="checkbox"/> Forzata <input type="checkbox"/> Naturale assistita da ventilazione forzata <input type="checkbox"/> Numero di ricambi	Locale quadri elettrici SI SI (locale trafo) SI (locale trafo)  Come da specifiche produttore			

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	18

3.7	<b>Dati di ventosità (UNI 10349):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Direzione prevalente:</li> <li>▪ Media annuale:</li> <li>▪ Massima velocità di progetto</li> <li>▪ Pressione del vento</li> </ul>	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.8	<b>Carico di neve</b>	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.9	<b>Effetti sismici</b>	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.10	<b>Livelli massimi di rumore</b>	n.a.	
3.11	<b>Condizioni ambientali speciali</b>	Riferimento a specifiche progettuali	

### 3.6 MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
4.1	<b>Tipo di intervento richiesto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nuovo impianto</li> <li>▪ Trasformazione</li> <li>▪ Ampliamento</li> </ul>	SI NO NO	
4.2	<b>Dati del collegamento elettrico</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestore rete</li> <li>2. Numero Cliente</li> <li>3. Descrizione della rete di collegamento</li> <li>4. Punto di consegna</li> <li>5. Tensione nominale (<math>U_n</math>)</li> <li>6. Potenza disponibile continua</li> <li>7. Potenza disponibile di punta</li> </ol>	<input type="checkbox"/> Terna* <input type="checkbox"/> --- <input type="checkbox"/> Rete di distribuzione  <input type="checkbox"/> consegna AT <input type="checkbox"/> SSE Produttore – SE Terna <input type="checkbox"/> 15,00 MW <input type="checkbox"/> 18,9 MW  (*) collegamento alla RTN previa condivisione dello stallo AT con operatore RWE presso limitrofa SSE RWE	
4.3	<b>Misura dell'energia</b>	Contatori da installare nel quadro generale d'impianto con piombatura per la misura fiscale (UTF) presso la SSE	
4.4	<b>Consumi elettrici</b>	Per servizi ausiliari <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausiliari cabine</li> <li>- Illuminazione esterna</li> <li>- Sistemi di sicurezza e allarme</li> </ul>	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	19

### 3.7 MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
5.1	<b>Caratteristiche di installazione</b>	Strutture di sostegno moduli del tipo ad inseguimento monoassiale, in acciaio zincato a caldo, su pali infissi.	
5.2	<b>Posizione convertitori statici</b>	In esterno, sulle strutture di fissaggio moduli, con grado di protezione IP65	
5.3	<b>Posizione quadri elettrici</b>	String box: presenti in esterno fissati all'interno delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici. Quadri di parallelo: all'interno delle PS (shelter metallico) Quadri bt: all'interno delle PS (shelter metallico)	
5.4	<b>Illuminazione artificiale</b>	Aree esterne: prevista con pali nei pressi delle PS, lungo il perimetro di impianto (per le sole condizioni di emergenza) Locali quadri: illuminazione con plafone interne. Si confermano i requisiti minimi per l'illuminazione artificiale previsti nella normativa di riferimento	

### 3.8 MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE

Ai fini del calcolo della radiazione solare media annua su base giornaliera, si è fatto uso del database internazionale MeteoNorm, che rende disponibili i dati meteorologici per la località di Castelvetro – (TP): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.

In particolare, sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 7.2, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo (02/2022).

Nelle immagini che seguono si riportano i dati meteorologici assunti per la presente relazione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 - XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	20

### Meteo e energia incidente

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	WindVel	GlobInc	DifSInc	Alb_Inc	DifS_GI
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	m/s	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	ratio
Gennaio	71.1	31.65	11.68	3.9	91.6	22.60	0.929	0.000
Febbraio	82.5	38.95	11.39	4.2	104.3	26.75	1.113	0.000
Marzo	132.3	59.25	13.65	4.2	165.7	38.58	1.703	0.000
Aprile	172.0	68.06	15.69	4.1	215.6	40.89	2.271	0.000
Maggio	219.4	66.93	20.07	3.6	279.6	37.08	3.030	0.000
Giugno	233.9	69.11	23.44	3.4	299.4	32.81	3.378	0.000
Luglio	246.2	57.64	26.69	3.5	318.7	26.90	3.641	0.000
Agosto	212.4	63.76	26.81	3.5	274.2	30.72	3.111	0.000
Settembre	150.2	57.38	23.38	3.4	191.4	34.74	2.127	0.000
Ottobre	120.5	45.63	20.61	3.2	155.2	29.11	1.621	0.000
Novembre	81.8	29.12	16.49	4.1	106.3	21.23	1.199	0.000
Dicembre	66.1	30.20	13.19	4.1	84.6	21.92	0.936	0.000
Anno	1788.3	617.67	18.64	3.8	2286.5	363.35	25.059	0.000

Figura 5 - Dati meteorologici (fonte Meteonorm 7.2 agg. Aprile 2019)

### Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

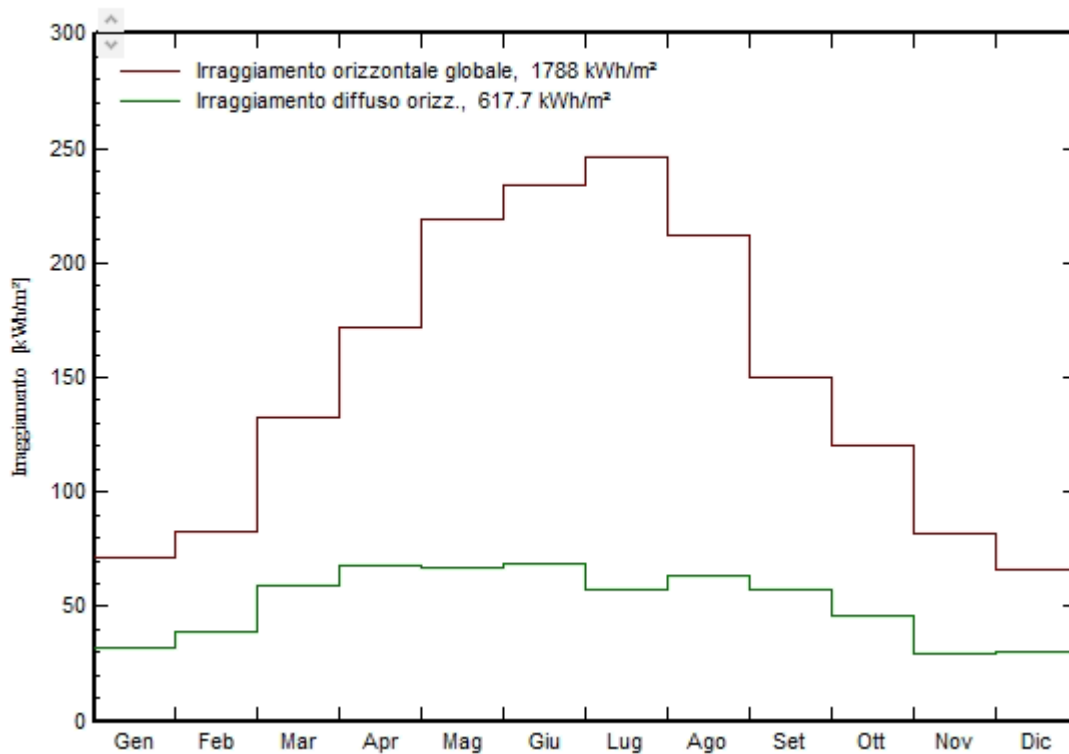


Figura 6 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano orizzontale

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 - XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	21

### Distribuzione irraggiamento incidente

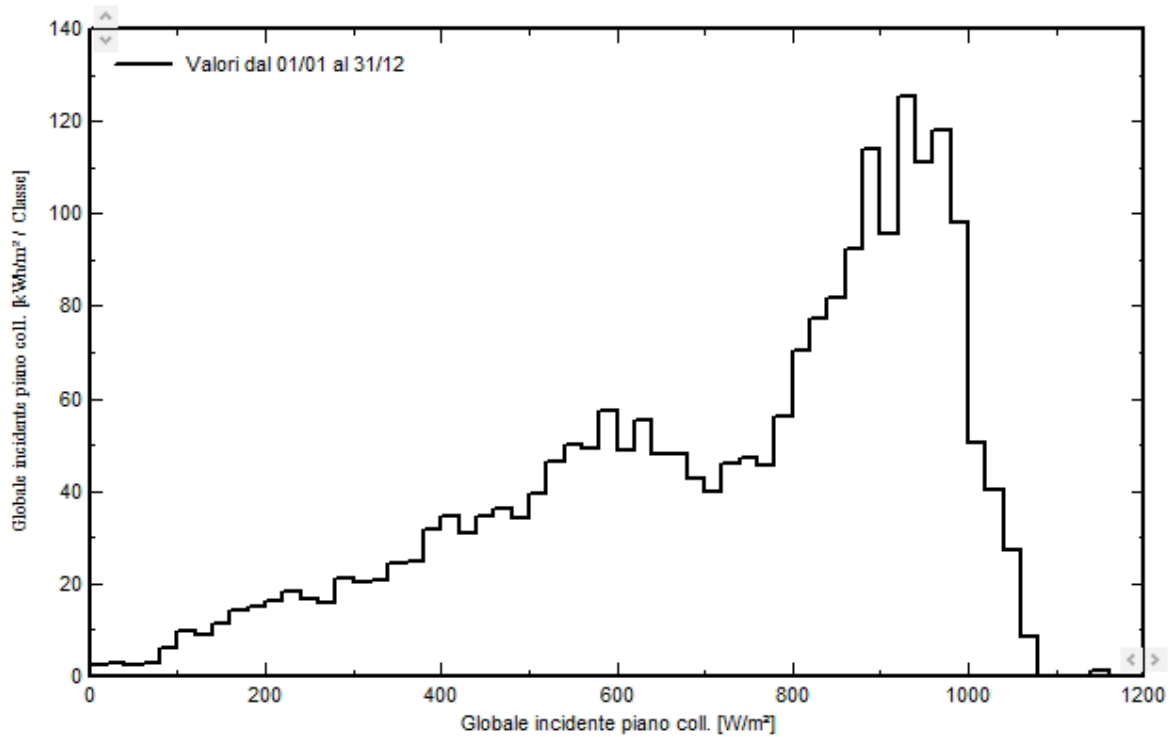


Figura 7 - Radiazione globale incidente sul piano dei collettori

### Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

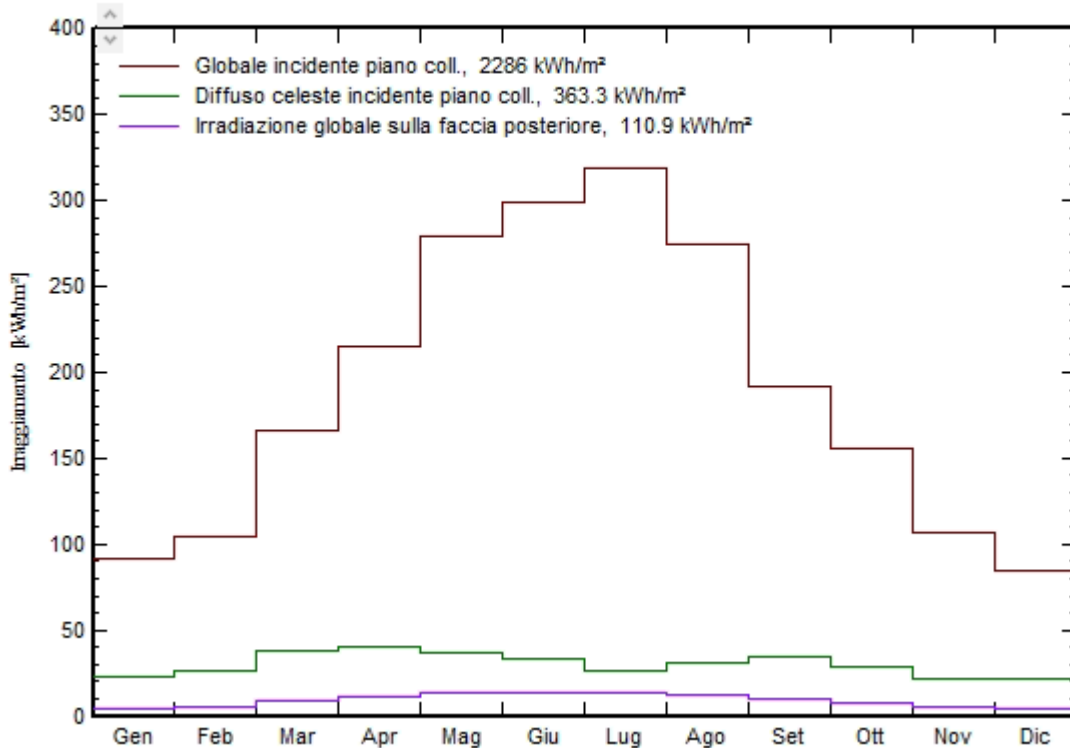


Figura 8 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano dei collettori

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	22

Il grafico che segue mostra le altezze massime e minime del sole nell'arco dell'anno, e il diagramma delle ombre dovuto al paesaggio circostante. Si tratta di un diagramma orientativo, che tiene conto della posizione del sito e delle interferenze con l'ambiente circostante. Sulla base dei modelli DTM tridimensionali del terreno, è stato elaborato il profilo del terreno per la determinazione delle ombre lontane, che di seguito si riporta.

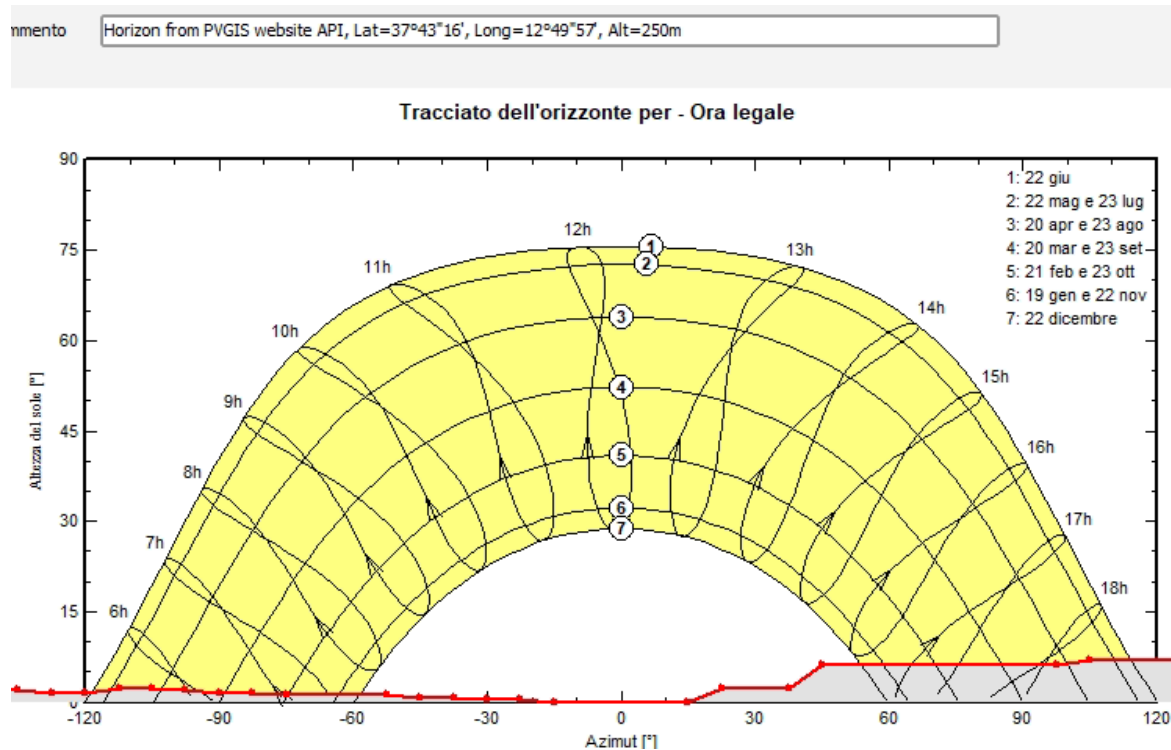


Figura 9 - Diagramma clinometrico

A seguito dei rilievi effettuati in sede di sopralluogo, è stato accertato che non esistono ostacoli significativi tali da presentare ombreggiamenti locali sulla superficie dell'impianto agro-fotovoltaico.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	23

### 3.9 MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO (PRINCIPALI PER PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE)

DPR	547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
Legge	46/90	Norme per la sicurezza degli impianti
DPR	447/91	Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti
D.Lgs	163/06	Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
D.Lgs	626/94	Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
D.Lgs	494/96	Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili
D.Lgs	31/08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D.Lgs	81/08	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs	106/09	"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
D.M.	14/01/08	Norme tecniche per le costruzioni
D.M.	28/07/05	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	06/02/06	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	23/02/07	Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici
DPR	554/99	in materia di lavori pubblici
CEI	0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
CEI	11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI	11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
CEI	11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	24

		reti i I e II categoria
CEI	13-4	Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
CEI	20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI	20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI	20-40	Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
CEI	20-67	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
CEI	22-2	Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
CEI	23-46	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
CEI	23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI	64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI	64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI	81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI	82-1	Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
CEI	82-2	Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento
CEI	82-3	Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
CEI	82-4	Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
CEI	82-8	Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	82-9	Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
CEI	82-15	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
CEI	82-16	Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
CEI	82-17	Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
CEI	82-22	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
CEI	82-25	Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro  
Engineering



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	25

		reti elettriche di Media e Bassa tensione
CEI	EN 60099-1-2	Scaricatori
CEI	EN 60439-1-2-3	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
CEI	EN 61215	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	UNEL 35024-1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI	UNEL 35364	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
UNI	8477	Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
UNI	9488	Energia solare – vocabolario
UNI	10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
AEEG	28/06	Condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. 387 del 29/12/2003
AEEG	188/05	Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005
ENEL	DK5970	Prescrizioni Enel Distribuzione Spa - Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di ENEL distribuzione Ed. II Febbraio 2006
ENEL		Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione

COMMITTENTE

X-ELIO<sup>+</sup>

PROGETTISTA

HE Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	26

## 4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Il layout d'impianto è stato sviluppato tenendo conto delle caratteristiche specifiche del sito, nonché delle specifiche esigenze del Committente, emerse in fase di kick off meeting e da successivi incontri con il progettista.

Sulla base di tali indicazioni è stata avviata l'attività di progettazione, tenendo conto, oltre che delle norme tecniche di settore precedentemente citate, anche dei seguenti aspetti:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture ad inseguimento monoassiale in modo da minimizzare gli ombreggiamenti reciproci;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- interfila tra le strutture degli inseguitori pari a 9,15 m (corridoio netto tra pannelli pari a 4,36 m), tale da garantire il passaggio dei mezzi che accedono per la manutenzione;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ostacoli esistenti;
- fasce di rispetto perimetrali;
- aree destinate alle fasce di pertinenza fluviale degli impluvi ai sensi della normativa di settore.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	27

## 5 CALCOLO IMPIANTI AT

Il parco agro-fotovoltaico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV in progetto per il parco fotovoltaico "Castelvetrano Besi" di X-ELIO Italia 1 S.r.l., da ubicarsi presso il Comune di Partanna (TP), nelle immediate vicinanze della Stazione elettrica (SE) Terna 150 kV esistente, connessa alla rete di trasmissione nazionale.

La Sottostazione Elettrica di Utente di X-ELIO Italia 1 S.r.l. è oggetto di altri progetti del Gruppo X-ELIO Italia ed è attualmente in fase di autorizzazione.

Il collegamento elettrico dell'impianto alla rete di trasmissione di alta tensione avverrà per tramite della SSE utente dell'operatore elettrico RWE Renewables Italia S.r.l. (capofila) e di altri operatori che prevede nell'ambito di altre iniziative la realizzazione di una nuova sottostazione di utente sita nelle vicinanze della stazione esistente Terna.

I diversi operatori, secondo le indicazioni del gestore di rete, nella logica di una razionalizzazione della RTN, condivideranno il punto di connessione presso la SE Terna di Partanna.

La Sottostazione elettrica di utente del promotore X-ELIO verrà collegata in derivazione alla barra generale AT della costruenda Sottostazione Elettrica dell'operatore RWE. Da questa stazione si diparte la linea in cavo AT interrato per il collegamento alla Stazione elettrica Terna, al livello di tensione AT 150 kV, sul sistema di sbarre esistente presso la stazione del Gestore.

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x400 mm<sup>2</sup>, posati ad una profondità minima di 1,50 m. Il tracciato dell'elettrodotto ricade in parte all'interno delle viabilità di accesso alle due stazioni elettriche, e in parte su viabilità pubblica esistente, per la quale verrà inoltrata apposita istanza di concessione per la posa e l'esercizio degli elettrodotti.

Catastalmente, la stazione SSU X-ELIO è identificata al Comune di Partanna (TP) foglio 63, particella 48, come da planimetria catastale PD-G.1.5.

Di seguito viene mostrato uno stralcio planimetrico del percorso dell'elettrodotto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	28

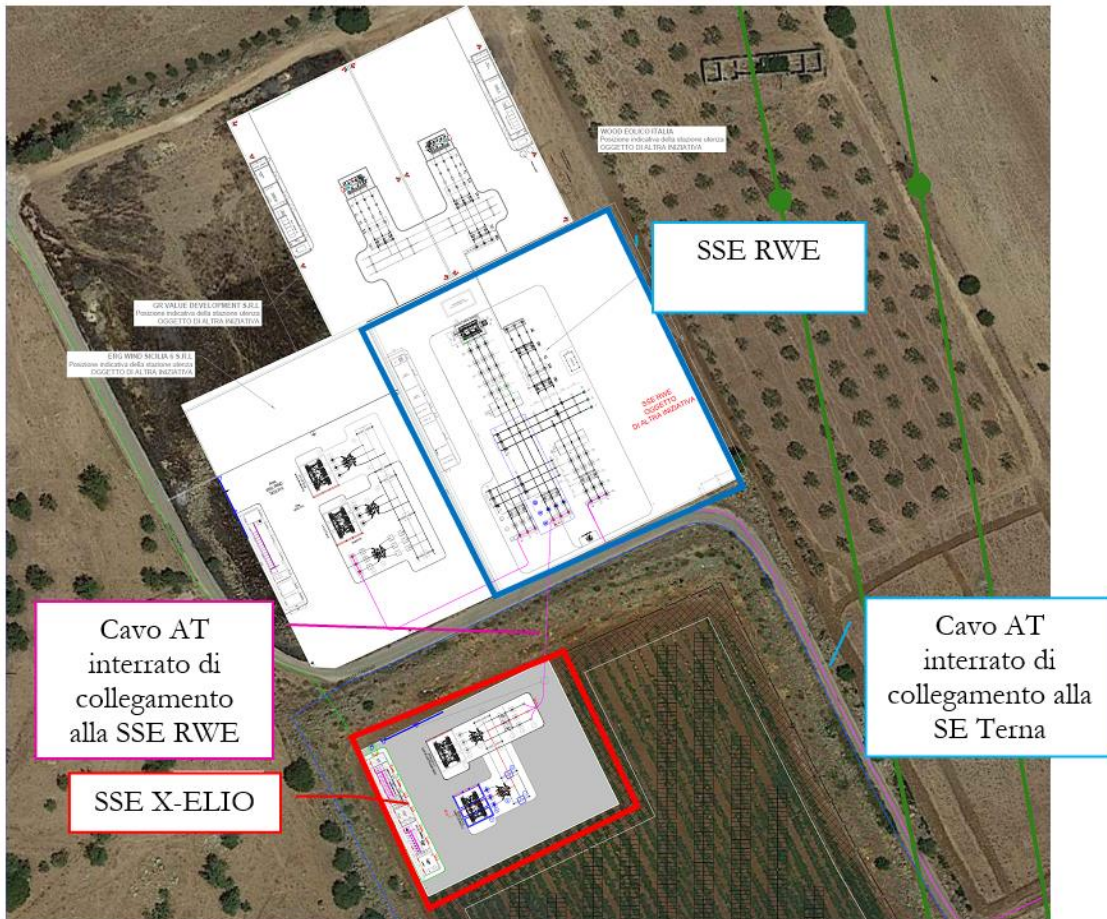


Figura 10 – Planimetria con individuazione nuova SSE e elettrodotto AT di collegamento alla SE Terna esistente

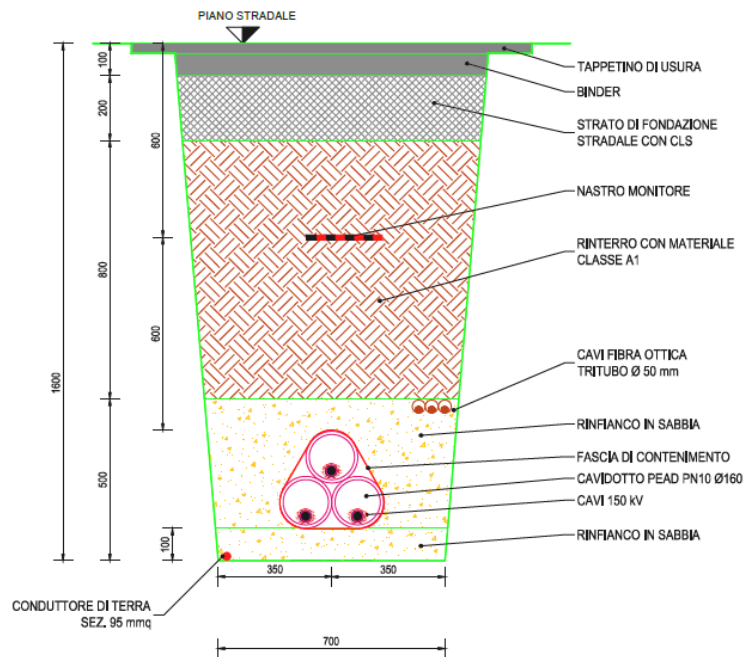


Figura 11 – Sezione tipo cavidotto AT su strada asfaltata

Per il dettaglio del tracciato e le sezioni di posa si rimanda agli elaborati da **PD-G.3.4** a **PD-G.3.8**.

COMMITTENTE

**X-ELIO**

PROGETTISTA

**HE** Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	29

## 6 CALCOLO IMPIANTI MT

Nel presente capitolo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto agro-fotovoltaico in progetto, al fine di effettuare la verifica delle perdite di trasmissione e del carico delle singole linee nelle condizioni di massima produzione.

### 6.1 NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti documenti di riferimento:

- Catalogo cavi MT;
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1kV in c. a."
- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo"
- Norma CEI 20-21 "Cavi Elettrici – Calcolo della portata di corrente".

### 6.2 DATI PRINCIPALI

Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da un totale di n.5 sottocampi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Area	Sottocampo	Potenza (MW)
Castelvetrano	PS1	3,72
	PS2	3,72
	PS3	3,74
	PS4	3,86
	PS5	3,86
<b>Totale</b>		<b>18,89 kW</b>

*Tabella 3 - Suddivisione in sottocampi*

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi nel terreno.

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi e/o trivellati nel terreno.

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **18.892,30 kW<sub>p</sub>**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	30

celle di 25°C, secondo norme EN 60904-3.

Il generatore è composto complessivamente da 27.580 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da inverter modulari centralizzati, in numero di due per ciascuna Power Station.

L'impianto nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 5 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 67), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

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

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in campi, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]
PS1	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92
		1	14	240,66	14		392	268,52		
PS2	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92
		1	14	240,66	14		392	268,52		
PS3	B	13	15	257,85	195	195	5460	3740,1	1280,98425	3740,1
		0	14	240,66	0		0	0		
PS4	A	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18
		9	14	240,66	126		3528	2416,68		
PS5	C	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18
		9	14	240,66	126		3528	2416,68		
<b>TOTALI</b>		<b>67</b>			<b>985</b>	<b>985</b>	<b>27580</b>			<b>18892,30</b>

Tabella 4 - Dettaglio dimensionamento impianto

Coerentemente con la distribuzione dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per le sezioni degli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

### 6.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	31

## 6.4 CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

- P: potenza transitante;  
 Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;  
 R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;  
 X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;  
 V: tensione di esercizio del cavo (30kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 \times R \times I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;  
 I: corrente transitante.

## 6.5 CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

dove

- I<sub>z</sub> = portata effettiva del cavo;  
 I<sub>0</sub> = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C;  
 K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;  
 K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;  
 K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m;  
 K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k\*m/W.

### 6.5.1 Dati tecnici del cavo utilizzato

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno a norma IEC 60502-2. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio lungo la tratta interrata, mentre in formazione piana lungo le brevi tratte di posa in passerella e/o canale metallico.

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARP1H5(AR)E 18/30 kV o equivalente (vedasi allegato 1). Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	32

conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 30kV.

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

Tipo	ARP1H5(AR)E o equivalente		
Tensione nominale [kV]:	18/30	18/30	18/30
Formazione e sezione [mm <sup>2</sup> ]:	1 x 150	1 x 300	1 x 630
Resistenza a 90 °C [ $\Omega$ /km]:	0,279	0,138	0,070
Reattanza [ $\Omega$ /km]:	0,115	0,103	0,095
Capacità [ $\mu$ F/km]:	0,226	0,333	0,438
Portata per posa interrata a 20°C [A]	324	486	725

Tabella 5 – Caratteristiche cavi

Ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative, ossia quelle relative al tratto con posa interrata, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

### 6.5.2 Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	<b>0,96</b>	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

### 6.5.3 Numero di terne per scavo

A scopo cautelativo, si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, si considera la compresenza di n.2 terne di cavi MT all'interno della medesima sezione di scavo,



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	33

posati all'interno di tubazioni interrato.

Sulla base di ciò, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2=0.86**

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
<b>N. circuiti</b>	1	2	3
<b>Coefficiente</b>	<b>1,00</b>	<b>0,86</b>	<b>0,78</b>

#### 6.5.4 Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità di 0,80 m dal piano di calpestio per le tratte interne al parco, mentre ad una profondità di 1,10 m per le tratte esterne al parco.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Profondità di posa			
<b>Profondità posa (m)</b>	0,8	1,0	<b>1,10 (interpolato)</b>	1,2
<b>Coefficiente</b>	1,00	0,98	<b>0,97</b>	0,96

Considerando il valore di posa di 0,80 il fattore sarà pari a  $K3 = 1$ , per le tratte interne al parco. Per le tratte esterne al parco, si farà uso del valore  $K3 = 0,97$ .

A scopo cautelativo, per tutte le condizioni si farà utilizzo del fattore più sfavorevole, pari a **K3=0,97**.

#### 6.5.5 Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a  $1,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ .

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

#### 6.5.6 Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	34

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Lunghezza cavo [m]	Potenza tratta [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensioni amento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza relativa [MVA <sub>r</sub> ]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %	Δp kW
RAMO A	PS4 - PS5	PS4	PS5	3x1x150	450	3,78	76,63	324	2	0,801	259,47	30%	0,1215	0,054	1,242	0,06%	1,99%	2,141	0,06%	2,141
	PS5 - PS2	PS5	PS2	3x1x300	510	7,54	152,88	486	2	0,801	389,20	39%	0,0673	0,056	2,478	0,07%	1,87%	4,720	0,06%	4,720
	PS2 - MTR	PS2	MTR	3x1x300	390	11,32	229,51	486	2	0,801	389,20	59%	0,0515	0,043	3,719	0,08%	1,80%	8,135	0,07%	8,135
RAMO B	PS3 - PS1	PS3	PS1	3x1x150	380	3,80	77,02	324	2	0,801	259,47	30%	0,1026	0,046	1,248	0,05%	1,81%	1,826	0,05%	1,826
	PS1 - MTR	PS1	MTR	3x1x300	270	7,58	153,66	486	2	0,801	389,20	39%	0,0356	0,030	2,490	0,04%	1,76%	2,524	0,03%	2,524
LINEA MTR-SSE	MTR-SSE	MTR	SSE	3x1x630	7700	18,89	383,17	725	3	0,726	526,59	73%	0,5690	0,762	6,210	1,72%	1,72%	250,636	1,33%	250,636
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>																			<b>269,983</b>	
																			<b>18,892</b>	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	35

## 7 CALCOLO IMPIANTI BT

Al fine di poter collettare l'energia prodotta dai sottocampi e poterla immettere in rete, il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico prevede una serie di opere accessorie, che nel loro complesso vengono indicate come impianto di connessione a rete.

### 7.1 TIPOLOGIA DI IMPIANTO

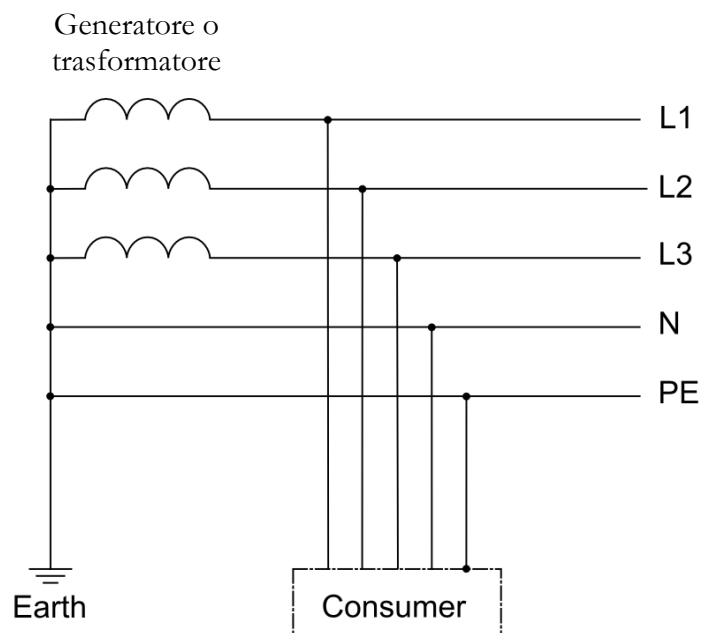
L'impianto elettrico da realizzare rientra tra gli impianti di prima categoria (classificazione CEI 64-8 Art 21.1 – distribuzione e utenze in c.a. con tensione nominale minore di 1000V) e prevede la realizzazione di cabina di trasformazione propria.

In base all'Art.413.1.3 della sopracitata normativa si è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN-S.

L'impianto TN-S (CEI 64-8 Art. 312.2) è definito nel seguente modo:

- T collegamento diretto a terra di un punto del sistema elettrico (nel caso in particolare il neutro);
- N collegamento delle masse al punto del sistema elettrico collegato a terra;
- S conduttori di neutro e protezione separati.

Lo schema di connessione è mostrato nella figura seguente.



Nel rispetto di quanto sopra si opererà in base a quanto di seguito descritto.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	36

Il centro stella del trasformatore, il conduttore di neutro, il conduttore di protezione ed il conduttore di terra saranno collegati ad un unico collettore di terra (piastra metallica in rame o in ferro).

Per realizzare una corretta protezione contro i contatti indiretti, in accordo alla norma CEI 64-8/4, occorre rispettare la seguente relazione:

$$I \leq \frac{U_o}{Z_g} \quad (\text{CEI 64-8 Art. 413.1.3})$$

dove:

$U_o$  = tensione nominale verso terra dell'impianto in Volt;

$Z_g$  = impedenza totale in ohm del circuito di guasto, che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto dove si verifica il guasto e il tratto del conduttore di protezione PE tra il punto del guasto e la sorgente (valore in ohm);

$I$  = valore in ampere della corrente d'intervento entro 5 sec. del dispositivo di protezione.

In pratica (verificate le  $I_{cc}$  minime verso terra), per soddisfare questa condizione nei quadri elettrici dell'impianto di sollevamento sono previsti degli interruttori automatici di tipo magnetotermico con intervento istantaneo, a protezione di tutti i circuiti in partenza dai quadri elettrici. Inoltre, in tutti i circuiti terminali sono stati previsti interruttori automatici ad intervento differenziale ad alta sensibilità, al fine di ottenere una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti.

## 7.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti ha lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, che sono in tensione durante il normale esercizio dell'impianto. Essa può essere realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere, al fine di realizzare una protezione totale, o mediante ostacoli e distanziamento, al fine di fornire una protezione parziale. In aggiunta ad esse, può essere realizzata una protezione aggiuntiva mediante l'utilizzo di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di valore non superiore a 30 mA.

La norma CEI 64-8, prescrive che a tutti i componenti dell'impianto sia applicata una misura di protezione contro i contatti diretti. Nel caso in esame, trattandosi d'impianti accessibili anche a persone non aventi conoscenze tecniche o esperienza sufficiente a evitare i pericoli dell'elettricità (persone non addestrate), è necessario adottare le misure di protezione totale citate in precedenza.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	37

### 7.3 ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE

Le parti che sono normalmente in tensione devono essere ricoperte completamente da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso, rispondente ai requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione del relativo componente. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, chimici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il normale funzionamento dell'impianto. Considerando, per esempio, un cavo elettrico, si dovrà provvedere alla sua protezione da calpestii, strappi, surriscaldamenti, ecc. nel caso che questi possano verificarsi durante l'esercizio, mediante le appropriate modalità di posa.

Se l'isolamento è applicato durante l'installazione del componente, la sua efficacia deve essere equivalente a quella di analoghi componenti costruiti in fabbrica.

### 7.4 PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE

È evidente che vi sono delle parti attive, come i morsetti, gli interruttori di sezionamento, i quadri elettrici, ecc. che devono essere accessibili e non possono essere completamente isolate. In questi casi la protezione può essere effettuata tramite involucri e barriere.

Gli involucri assicurano un determinato grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi o liquidi, mentre le barriere sono degli elementi che assicurano un determinato grado di protezione contro i contatti diretti solo lungo le normali direzioni d'accesso.

Il grado minimo di protezione richiesto dalla norma CEI 64-8 è IP2X, ossia protetto dai corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm, o IPXXB, ossia inaccessibilità al dito di prova. Per le superfici superiori di involucri orizzontali a portata di mano è richiesto un grado di protezione minimo IP4X, corrispondente alla protezione contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm, o IPXXD, ossia inaccessibilità al filo di prova di 1 mm. Questa regola non si applica a quei componenti che, per la loro specifica funzione, non ammettono il grado di protezione richiesto, come i portalampade e certi tipi di portafusibili.

Se la protezione è realizzata durante l'installazione sul posto, è richiesta una distanza minima fra le barriere o involucri e le parti attive di almeno 40 mm.

In base all'art. 412.5 della norma 64-8, è stata inoltre prevista la protezione aggiuntiva contro i contatti indiretti mediante l'uso d'interruttori differenziali con corrente d'intervento non superiore a 30 mA in tutti i circuiti terminali previsti.

### 7.5 CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	38

orientazione (Azimut);

- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- Perdite per riflessione.
- perdite per ombreggiamento.
- Perdite per mismatching.
- Perdite per effetto della temperatura.
- Perdite nei circuiti in continua.
- Perdite negli inverter.
- Perdite nei circuiti in alternata.

Per il calcolo dettagliato dell'energia producibile dall'impianto, si rimanda alla specifica relazione PD-R.9.

## 7.6 CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 60 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 0 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a 0 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a 0 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	39

modulo.

### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sotto-impianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sotto-impianto MPPT nel suo insieme).

## **7.7 CONFIGURAZIONE IMPIANTO**

L'impianto agro-fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di trasmissione nazionale RTN. L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun sottocampo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto, dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in alta tensione, presso la nuova Sottostazione elettrica di utente presso la SE di Partanna.

Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da un lotto da n.5 sottocampi, di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Area	Sottocampo	Potenza (MW)
Castelvetrano	PS1	3,72
	PS2	3,72
	PS3	3,74
	PS4	3,86
	PS5	3,86
<b>Totale</b>		<b>18,89 kW</b>

*Tabella 6 - Suddivisione in sottocampi*

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi nel terreno.

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, fondate su pali infissi e/o trivellati nel terreno.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	40

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a **18.892,30 kW<sub>p</sub>**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme EN 60904-3.

Il generatore è composto complessivamente da 27.580 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, le cui correnti vengono raccolte da inverter modulari centralizzati, in numero di due per ciascuna Power Station.

L'impianto nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 5 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14/15 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 67), dove avviene il parallelo delle stringhe e i monitoraggi dei dati elettrici.

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

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in campi, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]
PS1	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92
		1	14	240,66	14		392	268,52		
PS2	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92
		1	14	240,66	14		392	268,52		
PS3	B	13	15	257,85	195	195	5460	3740,1	1280,98425	3740,1
		0	14	240,66	0		0	0		
PS4	A	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18
		9	14	240,66	126		3528	2416,68		
PS5	C	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18
		9	14	240,66	126		3528	2416,68		
<b>TOTALI</b>		<b>67</b>			<b>985</b>	<b>985</b>	<b>27580</b>			<b>18892,30</b>

Tabella 7 - Dettaglio dimensionamento impianto

Coerentemente con la distribuzione dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per le sezioni degli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

### 7.7.1 Moduli fotovoltaici

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli bifacciali Risen, modello RSM132-8-685BNDG; sono moduli di nuova tecnologia n-type. La tecnologia n-type consente il funzionamento della cella fotovoltaica su un letto composto dalla componente negativa di fosforo che non reagendo con l'ossigeno come il boro, consente l'aumento della efficienza del modulo eliminando il difetto di "Ricombinazione" ossigeno-silicio-boro. Il modulo è composto da (6x11+6x11) celle, la cui



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	41

potenza di picco è pari a 685Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 28, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai 1423 V alla temperatura di 0°C fino ai 982 V alla temperatura di 60°C (temperature limite di progetto).

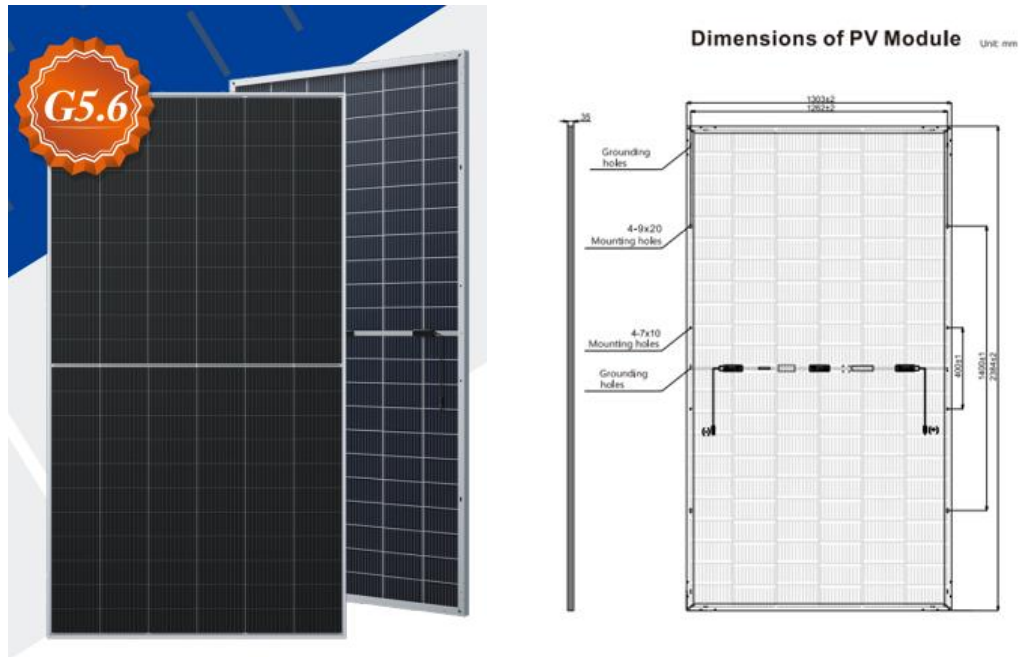


Figura 12 – Dati dimensionali modulo fotovoltaico

Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet. Per la descrizione dettagliata e le certificazioni si rimanda alla relazione tecnica impianti.

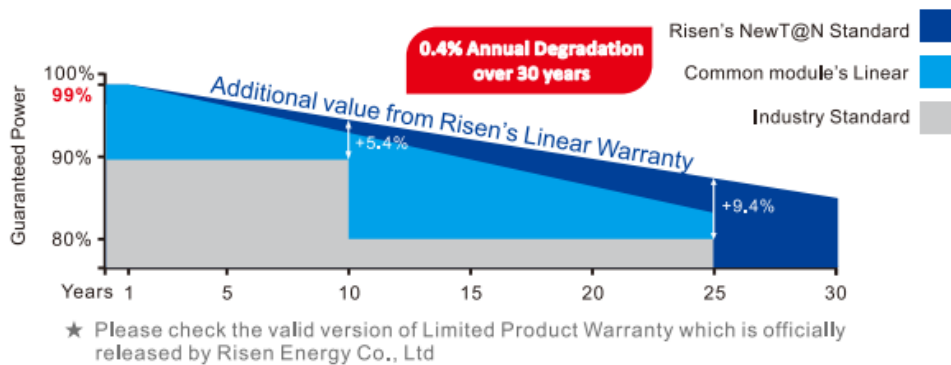


Figura 13 – Prestazioni garantite modulo fotovoltaico

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	42

### ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	670	675	680	685	690
Open Circuit Voltage-Voc(V)	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	17.90	17.96	18.02	18.08	18.14
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Impp(A)	17.04	17.09	17.14	17.19	17.24
Module Efficiency (%) *	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.  
Bifacial factor: 80%±5 \* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

### Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Total Equivalent power -Pmax (Wp)	737	743	749	754	760
Open Circuit Voltage-Voc(V)	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	19.69	19.76	19.82	19.89	19.95
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Impp(A)	18.74	18.80	18.85	18.91	18.96

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

### MECHANICAL DATA

Solar cells	N-type
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	40kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

Figura 14 – Dati tecnici modulo fotovoltaico

I moduli previsti hanno una potenza nominale di 685 W<sub>p</sub>, per un numero complessivo di moduli, pari a 27.580, consentendo così di raggiungere una potenza nominale di picco del campo fotovoltaici pari a 18.892,30 kW.

La particolare caratteristica dei moduli bifacciali è quella di essere in grado di captare l'energia solare riflessa sulla faccia posteriore delle celle, aumentando così la capacità di produzione dei moduli.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate, in modo tale da garantire o l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa struttura (al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria) o al massimo con semi-stringhe adiacenti al fine di minimizzare i cavi bt di connessione+/- . Per i dettagli della struttura di sostegno si rimanda al paragrafo relativo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	43

### 7.7.2 Power Station PS e Inverter

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo agro-fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

L'energia prodotta dal sistema di conversione CC/CA (inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 30/0,63 kV di potenza variabile in funzione dei sottocampi.

La Power Station è costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzati, progettati per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità nell'ambiente in cui verranno installati.

Tutte le componenti sono idonee per l'installazione in esterno (inverter e trasformatore MT/BT), mentre i quadri MT e BT verranno installati all'interno di apposito shelter metallico IP54, con differenti compartimenti per le diverse sezioni di impianto.

Le pareti e il tetto dello shelter sono isolati al fine di garantire una perfetta impermeabilità all'acqua e un corretto isolamento termico.

Tutte le apparecchiature saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Ciascuna Power Station conterrà al suo interno un numero di 2 inverter in corrente continua collegati in parallelo ad un quadro in bassa tensione per la protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore. Nella stessa sarà presente un impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento della power station. Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza, il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quei provvedimenti al fine di garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale l'ambiente di installazione.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Lo shelter di installazione quadri MT-BT è un cabinato metallico realizzato interamente di acciaio zincato a caldo, con rifiniture esterne che assicurano la minore manutenzione durante la vita utile dell'opera. Il box è costituito da un mini skid realizzato ad hoc per contenere materiale di natura elettrica. Il box è realizzato per garantire una protezione verso l'esterno secondo la normativa EN60529.

Le pareti e la pavimentazione sono sufficientemente isolati attraverso dei pannelli che garantiscono anche l'impermeabilizzazione dell'intero impianto. In più, dal punto di vista strutturale, sarà realizzato un collegamento tra lo shelter e la sua fondazione al fine di prevenire qualsiasi tipo di spostamento verticale dello shelter.

In corrispondenza del pavimento sono presenti alcune aperture per il passaggio dei cavi

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	44

(coperte con fibrocemento compresso), e aperture per accesso alla fondazione.

Tutti i componenti metallici sono trattati prima dell'assemblaggio. Le pareti esterne sono invece trattate mediante l'uso un rivestimento impermeabile e additivi che consentono di garantire la completa aderenza alla struttura, resistenza massima agli agenti atmosferici anche in ambienti industriali e marini fortemente aggressivi, come quelli in questione.

Tutti gli ambienti del cabinato sono attrezzati con porte con apertura esterna.

Nel suo complesso, la Power Station avrà dimensioni in pianta pari a 8,8 x 5,50 m, e altezza pari a circa 3,00 m.

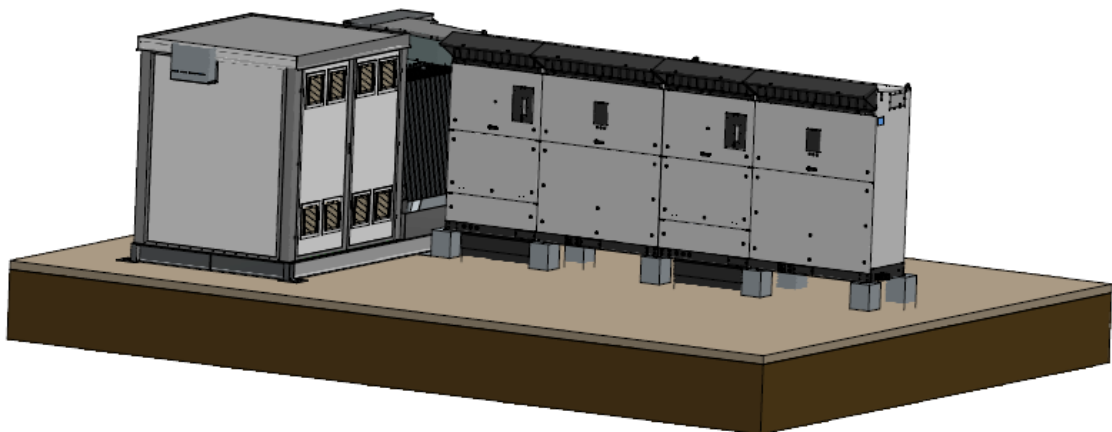
La Power Stations prevista è totalmente prefabbricata, da assemblare in situ:

- Power station, produttore Ingeteam, modello Ingecon Sun MSK20, con 1 batteria da due inverter ciascuno modello 1640TL B630, con un trasformatore a MT/BT 30/0,63 kV da 3.12 MVA.

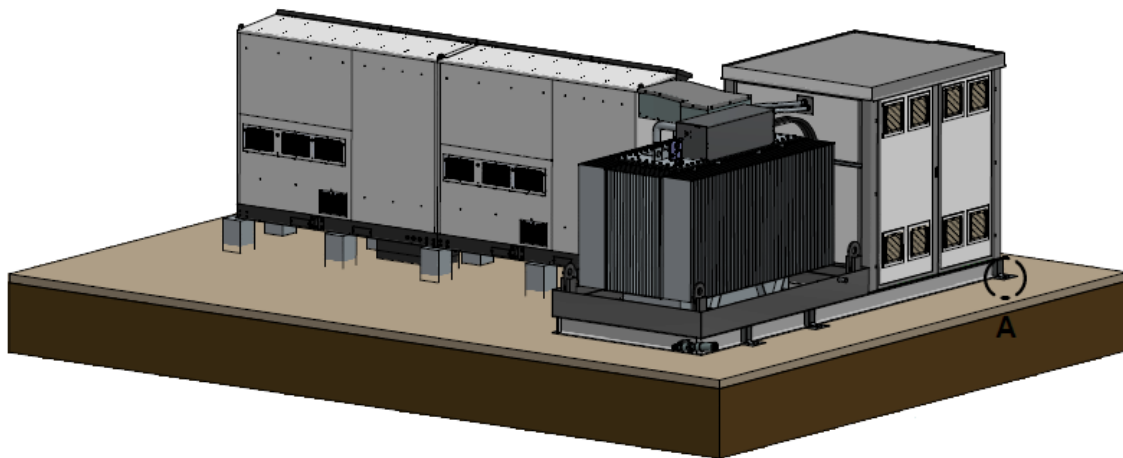
Si evidenzia che in fase esecutiva saranno prodotti dal prefabbricatore gli elaborati di calcolo strutturale ai fini del deposito presso gli uffici del Genio Civile competente.

La fondazione verrà realizzata con una platea di spessore 50 cm al di sotto di questa si prevede un magrone in cls id circa 10 cm.

Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle Power Station.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	45



*Figura 15 – Power station “tipo”*

Per il dettaglio si rimanda agli appositi elaborati grafici.

### 7.7.3 Inverter

Presso ciascuna cabina saranno installati 2 inverter centralizzati, del produttore INGETEAM modello INGECON SUN 1640TL B630 di potenza nominale pari a 1640 Kw.

Tutti gli inverter presentano la medesima tecnologia di conversione, il medesimo software di controllo e le stesse funzioni di interfaccia di rete.



*Figura 16 – Inverter modulare*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	46

Di seguito si allega sintesi dei datasheet dell'inverter.

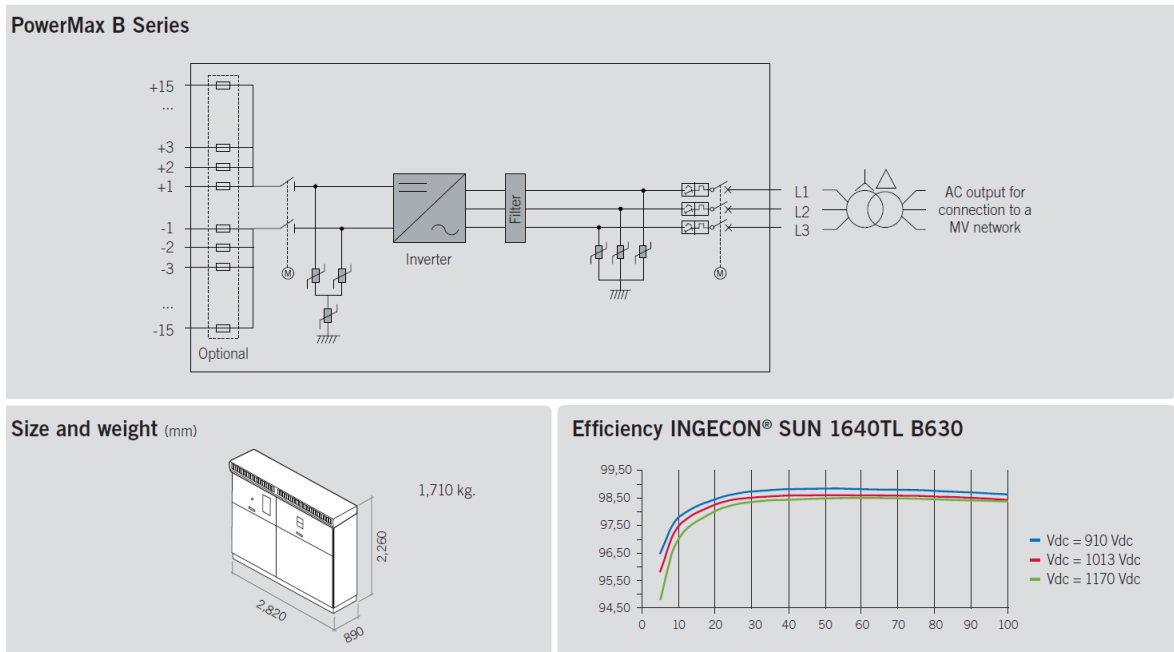


Figura 17 – Datasheet inverter

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	47

	1640TL B630	1665TL B640	1690TL B650	1740TL B670	1800TL B690
<b>Input (DC)</b>					
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	1,620 - 2,128 kWp	1,646 - 2,162 kWp	1,672 - 2,196 kWp	1,723 - 2,263 kWp	1,775 - 2,330 kWp
Voltage Range MPPT <sup>(2)</sup>	910 - 1,300 V	922 - 1,300 V	937 - 1,300 V	965 - 1,300 V	994 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
<b>Input protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
<b>Output (AC)</b>					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,637 kVA / 1,473 kVA	1,663 kVA / 1,496.5 kVA	1,689 kVA / 1,520 kVA	1,741 kVA / 1,567 kVA	1,793 kVA / 1,613 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	1,637 kVA / 1,449 kVA	1,663 kVA / 1,472 kVA	1,689 kVA / 1,495 kVA	1,741 kVA / 1,541 kVA	1,793 kVA / 1,587 kVA
Current IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage <sup>(5)</sup>	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor <sup>(6)</sup>	1				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(7)</sup>	<3%				
<b>Output protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
<b>Features</b>					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,250 W				
Stand-by or night consumption <sup>(8)</sup>	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
<b>General Information</b>					
Operating temperature	-20 °C to +60 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m³/h				
Average air flow	4,200 m³/h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, C59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code				

Figura 18 – Datasheet inverter

COMMITTENTE

X-ELIO+

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	48

Ciascun inverter lavora su un banco di unità di conversione a singolo MPPT.

Pertanto per ciascuna power station sono garantiti 2 distinti MPPT.

#### 7.7.4 Quadro di parallelo BT

Presso ciascuna PS sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione, prefabbricato dal produttore delle power station, per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore.

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

#### 7.7.5 Trasformatore BT/MT

Presso la PS verrà installato un trasformatore BT/MT ad olio della seguente tipologia:

- a singolo secondario a 30/0,63 kV, di potenza pari a 3,12 MVA, ad alta efficienza, per le power station tipo B.

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

Il trafo verrà installato nell'area destinata alla Power station, opportunamente delimitato per impedire l'accesso alle parti in tensione.

#### 7.7.6 Interruttori di media tensione

Nello shelter metallico della Power station verrà posizionato un quadro di media tensione, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore e sez di terra);
- n.1 unità protezione trafo (sezionatore e fusibili);
- n.1 unità di partenza (sezionatore e sez di terra)

Si rimanda alla specifica tecnica Power station per maggiori dettagli.

#### 7.7.7 Quadri servizi ausiliari

La power station sarà fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo MT/bt, protetta da appositi interruttori automatici;
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della PS. In essa confluiscono due distinte linee (una proveniente dal trafo e l'altra da G.E., entrambe idoneamente protette con interruttori automatici e con scaricatori di sovratensione SPD);
- sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	49

### 7.7.8 Trasformatore BT/BT

Presso ciascuna Power Station verrà installato un idoneo trasformatore BT/BT per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari BT-AUX. Di seguito le principali caratteristiche.

<b>Tipologia</b>	Resina
<b>An</b>	25 kVA
<b>V1</b>	0,63 kV
<b>V2</b>	0,40 kV
<b>F</b>	50 Hz
<b>Gruppo</b>	Dyn11
<b>Vcc%</b>	6%

Tabella 8 - Dati tecnici trasformatore BT/BT

### 7.7.9 UPS per servizi ausiliari

Verrà installato presso la Power Station un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti presso la PS. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base da 6000VA, al quale viene collegato un battery pack di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base

### 7.7.10 Sistema centralizzato di comunicazione

Presso ciascuna Power Station verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali. Per il dettaglio di tale strumentazione si rimanda all'apposita relazione impianti.

## 7.8 VERIFICHE ELETTRICHE

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 60 °C (982 V) maggiore di V <sub>mppt min.</sub> (910.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a 20 °C (1130 V) minore di V <sub>mppt max.</sub> (1300.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C (1424 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	50

### TENSIONE MASSIMA MODULO

Voc a 0 °C (1424 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1500.00 V) **VERIFICATO**

### CORRENTE MASSIMA

Corrente max. generata (1453 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (1500.00 A) **VERIFICATO**

Nel seguito, si da dettaglio della verifica dei parametri di funzionamento di ciascun sottocampo.

#### 7.8.1 Sottocampo PS1

Il sottocampo 1 (PS1) si compone di una sezione ("A") per la quale sono installati due distinti inverter di pari potenza.

A tale sezione risultano collegati n. 13 stringbox: a ciascuno dei primi 12 giungono 15 stringhe da 28 moduli e all'ultimo 14 stringhe da 28 moduli. Il sottocampo 1 risulta così composto.

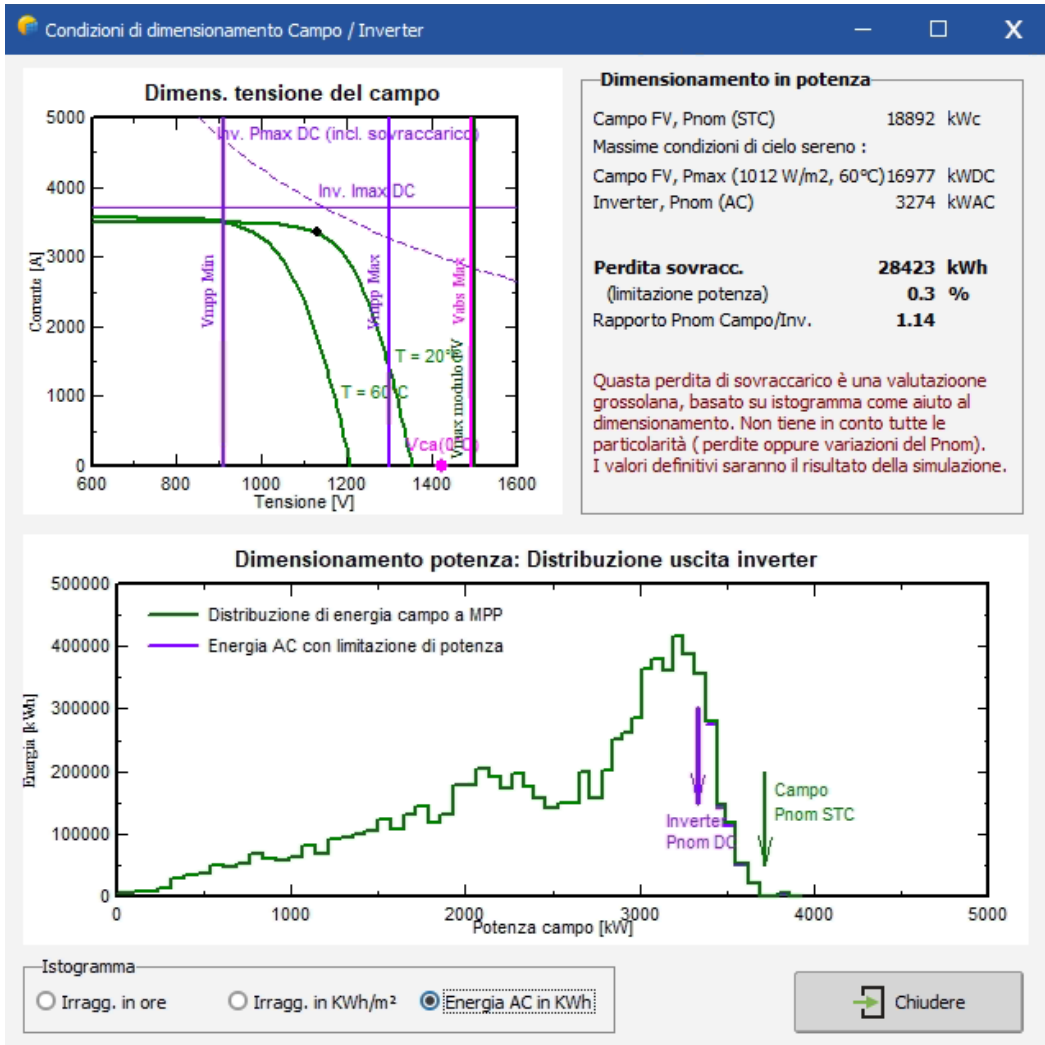
CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza nominale AC inverter
PS1	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92	3280
		1	14	240,66	14		392	268,52			

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
Vm a 60 °C: maggiore di Vmppt min.	<b>VERIFICATO</b>
Vm a 0 °C: minore di Vmppt max.	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a 0 °C: inferiore alla tensione max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a 0 °C: inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	<b>VERIFICATO</b>
<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max generata: inferiore alla corrente max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



Resistenza cablaggi

### Disposizione cablaggi

	Lungh. media m/circuito	Sezione mm <sup>2</sup>	Per circuito Corrente A	Per circuito Resistenza mΩ	Campo globale Resistenza mΩ
Una stringa :	28 moduli				
Connessioni del modulo stringa	50	6 mm <sup>2</sup>	17.3	157	194 stringhe : 0.808
Connections to main box	180	120 mm <sup>2</sup>	258	28	13 gruppi : 2.17
Scatola principale all'inverter	5	1200 mm <sup>2</sup>	1677	0	2 inverter : 0.039

Si prega di specificare la lunghezza totale dei cavi per ogni circuito (click su "Sketch")

Disposizione cablaggi

Numero di gruppi (globale)

Numero di stringhe per gruppo

Resistenza globale di campo **3.02 mΩ**  
Frazione di perdita allo STC **0.9 %**  
Massa totale di rame **2762 Kg**  
Costo totale cavi **0 EUR**

Disposizione cablaggi

Stringhe in parallelo  
 Gruppo di stringhe in parallelo

Ottimizzazione

Frazione di perdita target  %

Minimizzare la massa di rame  
 Minimizzare i costi

Schema   Conduttori

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	52

## 7.8.2 Sottocampo PS2

Anche il sottocampo 2 (PS2) è composto dalla sezione di tipo “A” e pertanto ad esso competono in totale 13 string-box: a ciascuno dei primi 12 giungono 15 stringhe da 28 moduli e all’ultimo 14 stringhe da 28 moduli. Pertanto, il sottocampo 2 risulta così composto.

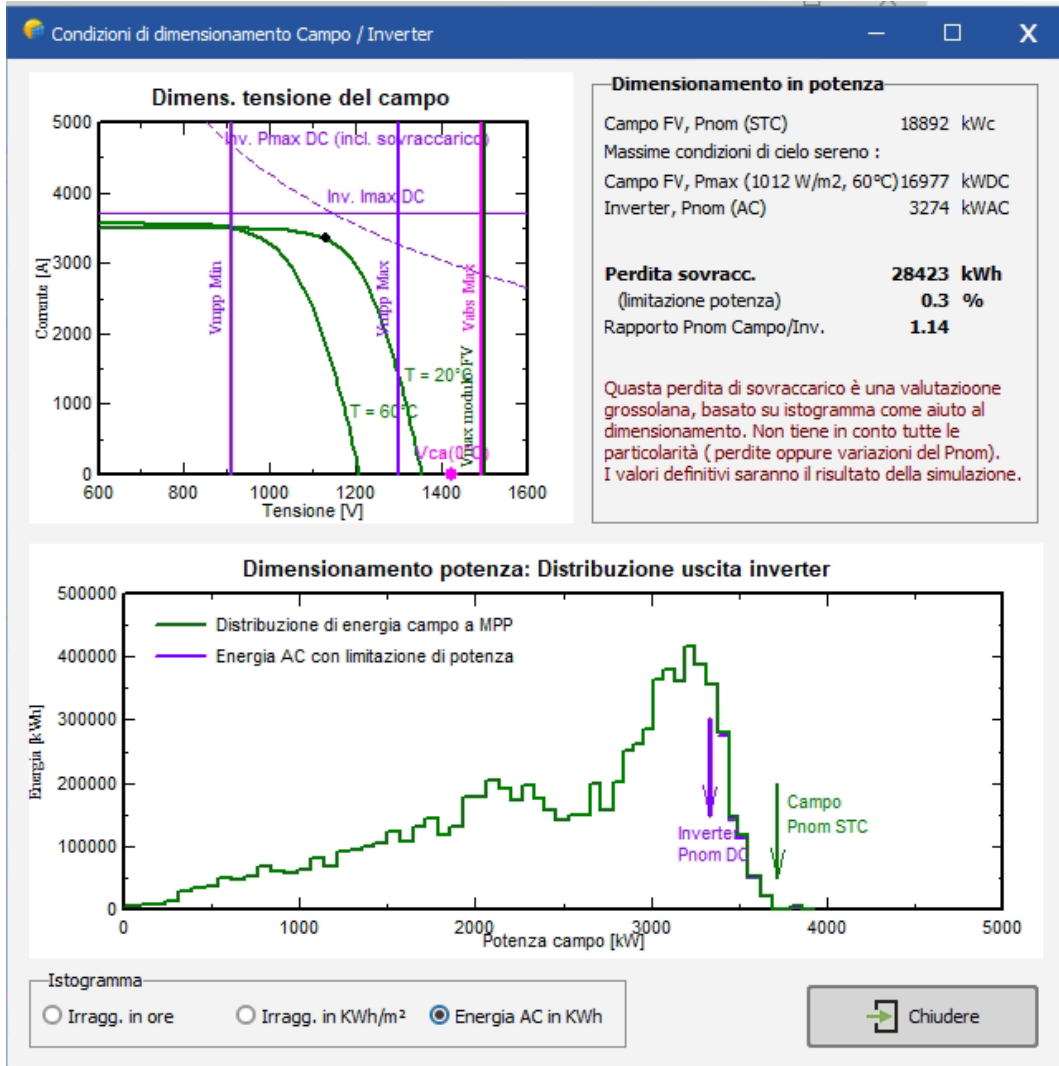
CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza nominale AC inverter
PS2	A	12	15	257,85	180	194	5040	3452,4	1274,4151	3720,92	3280
		1	14	240,66	14		392	268,52			

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 60 °C: maggiore di V <sub>mppt</sub> min.	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a 0 °C: minore di V <sub>mppt</sub> max.	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. dell’inverter	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	<b>VERIFICATO</b>
<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata: inferiore alla corrente max. dell’inverter	<b>VERIFICATO</b>

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



Resistenza cablaggi

### Disposizione cablaggi

Una stringa : 28 moduli

Connessioni del modulo stringa: Lung. media 50 m/circuito, Sezione 6 mm<sup>2</sup>

Connections to main box: Lung. media 180 m/circuito, Sezione 1200 mm<sup>2</sup>

Scatola principale all'inverter: Lung. media 5 m/circuito, Sezione 1200 mm<sup>2</sup>

Si prega di specificare la lunghezza totale dei cavi per ogni circuito (click su "Sketch")

Disposizione cablaggi:  
 Numero di gruppi (globale) 13.0  
 Numero di stringhe per gruppo 14.9

Disposizione cablaggi:  
 Stringhe in parallelo  
 Gruppo di stringhe in parallelo

Per circuito		Campo globale
Corrente A	Resistenza mΩ	Resistenza mΩ
17.3	157	194 stringhe : 0.808
258	3	13 gruppi : 0.217
1677	0	2 inverter : 0.039

**Resistenza globale di campo 1.06 mΩ**  
**Frazione di perdita allo STC 0.3 %**  
**Massa totale di rame 22651 Kg**  
**Costo totale cavi 0 EUR**

Ottimizzazione:  
 Frazione di perdita target 1.5 %  
 Minimizzare la massa di rame  
 Minimizzare i costi

[Schema](#)   [Conduttori](#)

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	54

### 7.8.3 Sottocampo PS3

Il sottocampo 3 (PS3) è caratterizzato da una sezione tipo “B”, per la quale sono installati due distinti inverter di pari potenza.

Alla sezione di tipo “B” risultano collegati n. 13 stringbox a ciascuno dei quali giungono 15 stringhe da 28 moduli. Pertanto, il sottocampo 3 risulta così composto.

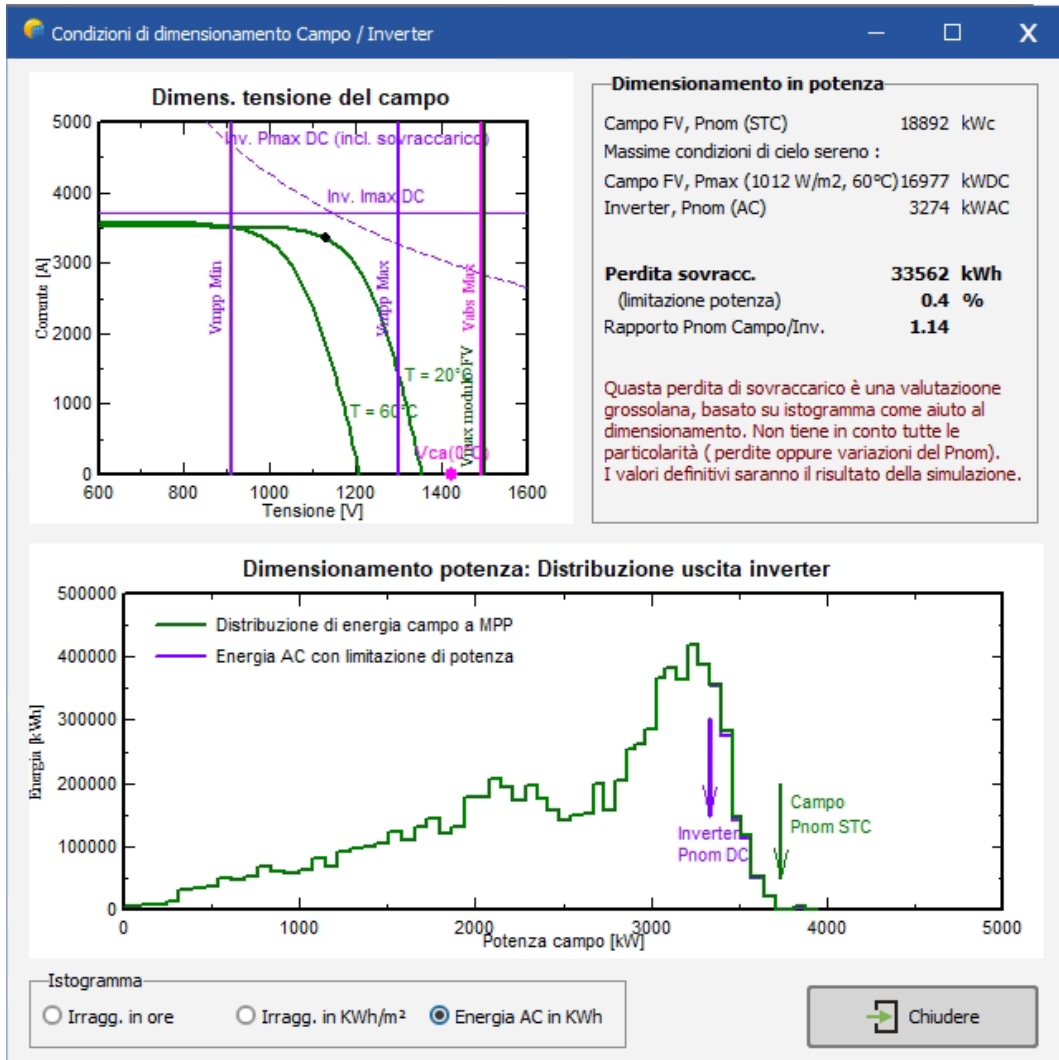
CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza nominale AC inverter
PS3	B	13	15	257,85	195	195	5460	3740,1	1280,98425	3740,1	3280
		0	14	240,66	0		0				

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 60 °C: maggiore di V <sub>mppt</sub> min.	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a 0 °C: minore di V <sub>mppt</sub> max.	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	<b>VERIFICATO</b>
<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata: inferiore alla corrente max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSystem, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)



Resistenza cablaggi

### Disposizione cablaggi

	Lungh. media m/circuito	Sezione mm <sup>2</sup>
Una stringa : 28 moduli		
Connessioni del modulo stringa	50	6 mm <sup>2</sup>
Connections to main box	180	120 mm <sup>2</sup>
Scatola principale all'inverter	5	1200 mm <sup>2</sup>

Si prega di specificare la lunghezza totale dei cavi per ogni circuito (click su "Sketch")

### Disposizione cablaggi

Numero di gruppi (globale)

Numero di stringhe per gruppo

Per circuito		Campo globale
Corrente A	Resistenza mΩ	Resistenza mΩ
17.3	157	195 stringhe : 0.803
259	28	13 gruppi : 2.17
1685	0	2 inverter : 0.039

**Resistenza globale di campo** **3.01 mΩ**  
**Frazione di perdita allo STC** **0.9 %**  
**Massa totale di rame** **2765 Kg**  
**Costo totale cavi** **0 EUR**

### Disposizione cablaggi

Stringhe in parallelo  
 Gruppo di stringhe in parallelo

### Ottimizzazione

Frazione di perdita target  %

Minimizzare la massa di rame  
 Minimizzare i costi

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	56

#### 7.8.4 Sottocampo PS4

Il sottocampo 4 (PS4) si compone di una sola sezione di tipo “C”, per la quale sono installati due distinti inverter di pari potenza. A tale sezione n. 14 stringbox: a ciascuno dei primi 5 sono collegate 15 stringhe da 28 moduli e ai restanti 9, 14 stringhe da 28 moduli.

Pertanto, il sottocampo 4 risulta così composto.

CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza nominale AC inverter
PS4	c	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18	3280
		9	14	240,66	126		3528	2416,68			

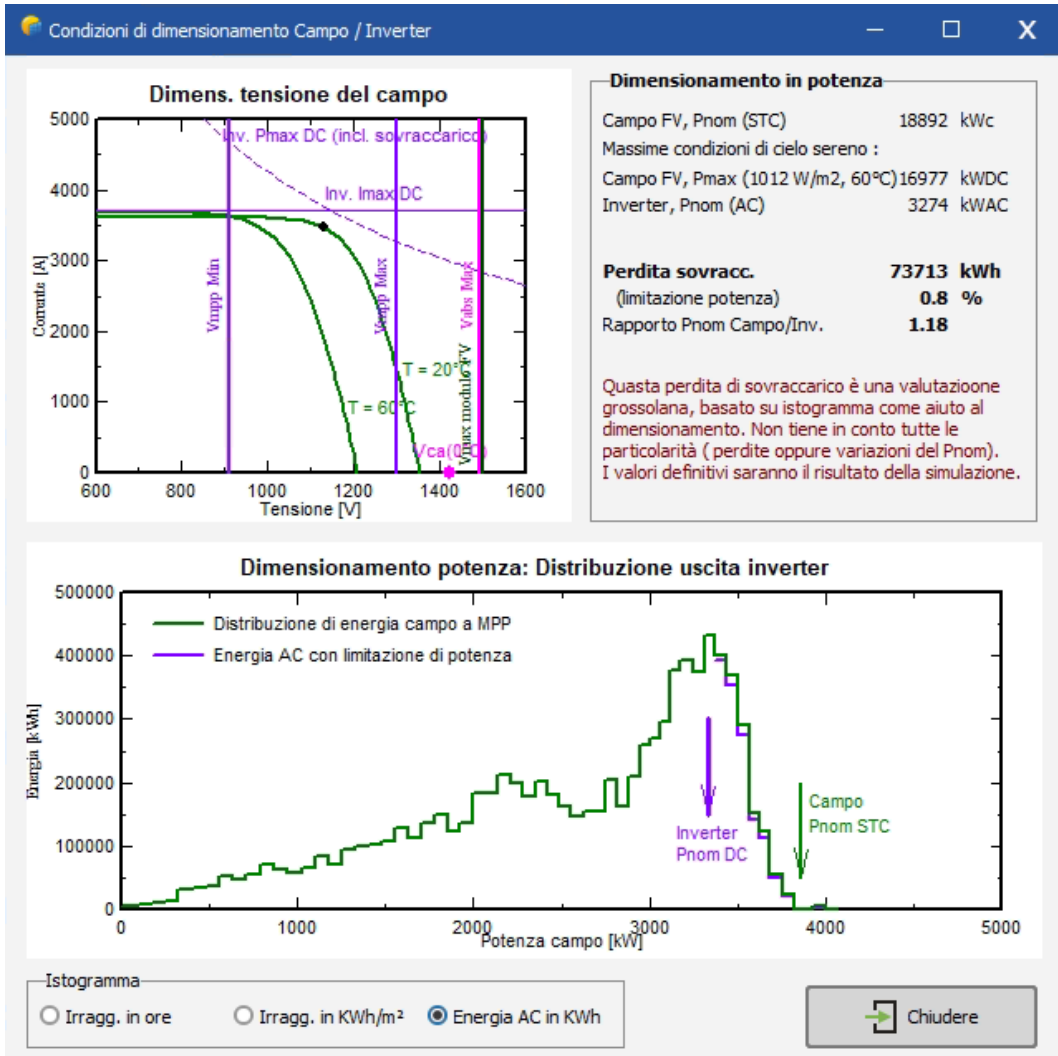
In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 60 °C: maggiore di V <sub>mppt</sub> min.	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a 0 °C: minore di V <sub>mppt</sub> max.	<b>VERIFICATO</b>
TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	<b>VERIFICATO</b>
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata: inferiore alla corrente max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)





Resistenza cablaggi

Disposizione cablaggi	Lungh. media m/circuito	Sezione mm <sup>2</sup>	Per circuito		Campo globale
			Corrente A	Resistenza mΩ	Resistenza mΩ
Una stringa : 28 moduli					
Connessioni del modulo stringa	50	6 mm <sup>2</sup>	17.3	157	201 stringhe : 0.779
Connections to main box	180	120 mm <sup>2</sup>	248	28	14 gruppi : 2.01
Scatola principale all'inverter	5	1200 mm <sup>2</sup>	1737	0	2 inverter : 0.039
Si prega di specificare la lunghezza totale dei cavi per ogni circuito (click su "Sketch")			<b>Resistenza globale di campo 2.83 mΩ</b>		
Disposizione cablaggi Numero di gruppi (globale) 14.0 Numero di stringhe per gruppo 14.4			<b>Frazione di perdita allo STC 0.9 %</b>		
Disposizione cablaggi <input type="radio"/> Stringhe in parallelo <input checked="" type="radio"/> Gruppo di stringhe in parallelo			<b>Massa totale di rame 2949 Kg</b>		
Ottimizzazione Frazione di perdita target 1.5 % <input type="checkbox"/> Minimizzare la massa di rame <input type="checkbox"/> Minimizzare i costi			<b>Costo totale cavi 0 EUR</b>		

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	58

### 7.8.5 Sottocampo PS5

Anche il sottocampo 5 (PS5) presenta una struttura secondo la sezione di tipo “C”. Pertanto, ai due inverter sono collegati in totale n. 14 stringbox: a ciascuno dei primi 5 sono collegate 15 stringhe da 28 moduli e ai restanti 9, 14 stringhe da 28 moduli.

Pertanto, il sottocampo 5 risulta così composto.

CAMPO	Sezione tipo	N. stringbox per sezione inverter	n. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. Stringhe per sezione inverter	N. Stringhe sottocampo	N. Moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Corrente ingresso per ciascun inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza nominale AC inverter
PS5	c	5	15	257,85	75	201	2100	1438,5	1320,39915	3855,18	3280
		9	14	240,66	126		3528	2416,68			

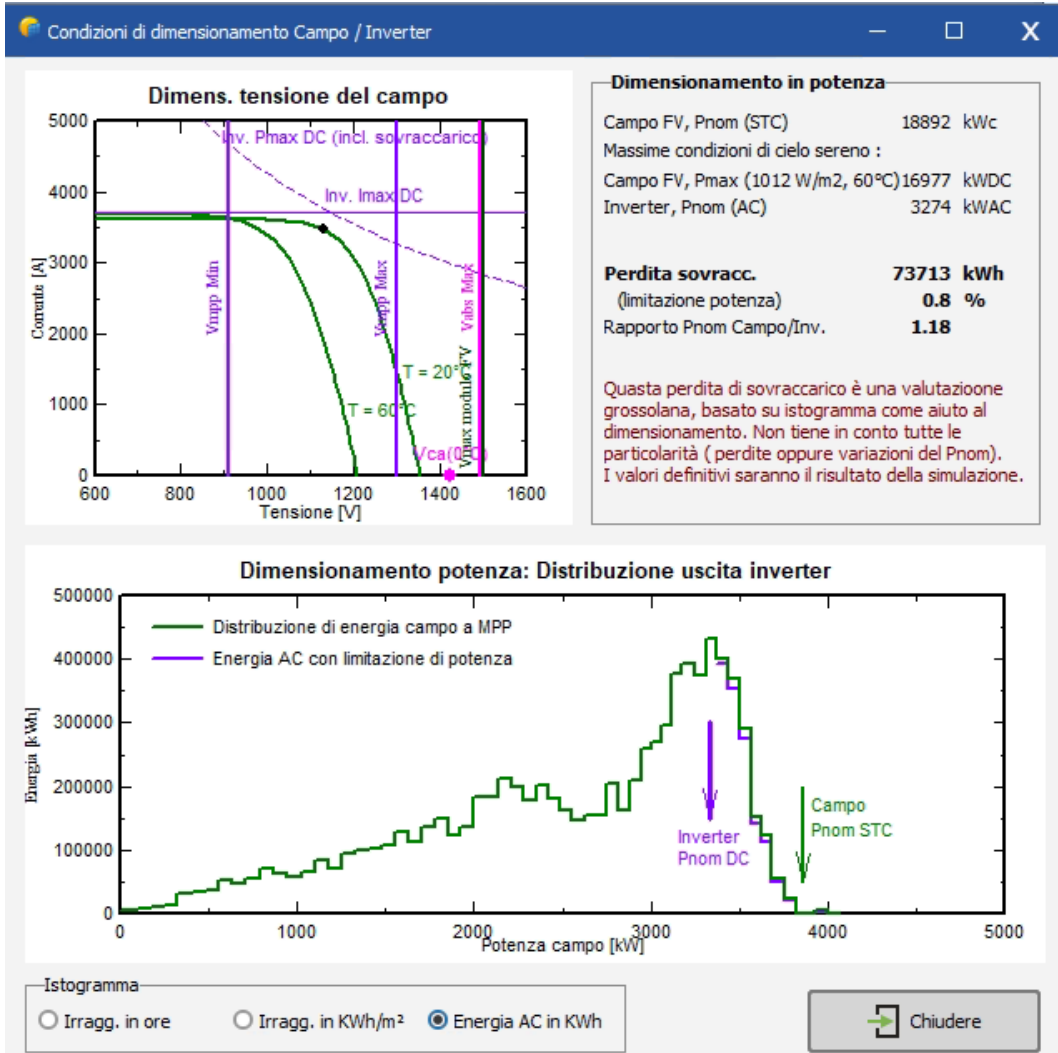
In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (60 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 60 °C: maggiore di V <sub>mppt</sub> min.	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a 0 °C: minore di V <sub>mppt</sub> max.	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a 0 °C: inferiore alla tensione max. di sistema del modulo	<b>VERIFICATO</b>
<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata: inferiore alla corrente max. dell'inverter	<b>VERIFICATO</b>

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSystem, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 4%)

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	59



Resistenza cablaggi

#### Disposizione cablaggi

Una stringa : 28 moduli

Connessioni del modulo stringa: 50 m/circuito, 6 mm<sup>2</sup>

Connections to main box: 180 m/circuito, 120 mm<sup>2</sup>

Scatola principale all'inverter: 5 m/circuito, 1200 mm<sup>2</sup>

Si prega di specificare la lunghezza totale dei cavi per ogni circuito (click su "Sketch")

Numero di gruppi (globale): 13.0

Numero di stringhe per gruppo: 14.9

Per circuito		Campo globale
Corrente A	Resistenza mΩ	Resistenza mΩ
17.3	157	194 stringhe : 0.808
258	28	13 gruppi : 2.17
1677	0	2 inverter : 0.039

**Resistenza globale di campo** 3.02 mΩ  
**Frazione di perdita allo STC** 0.9 %  
**Massa totale di rame** 2762 Kg  
**Costo totale cavi** 0 EUR

Stringhe in parallelo   
  Gruppo di stringhe in parallelo

Minimizzare la massa di rame   
  Minimizzare i costi

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	60

## 8 SISTEMA BESS

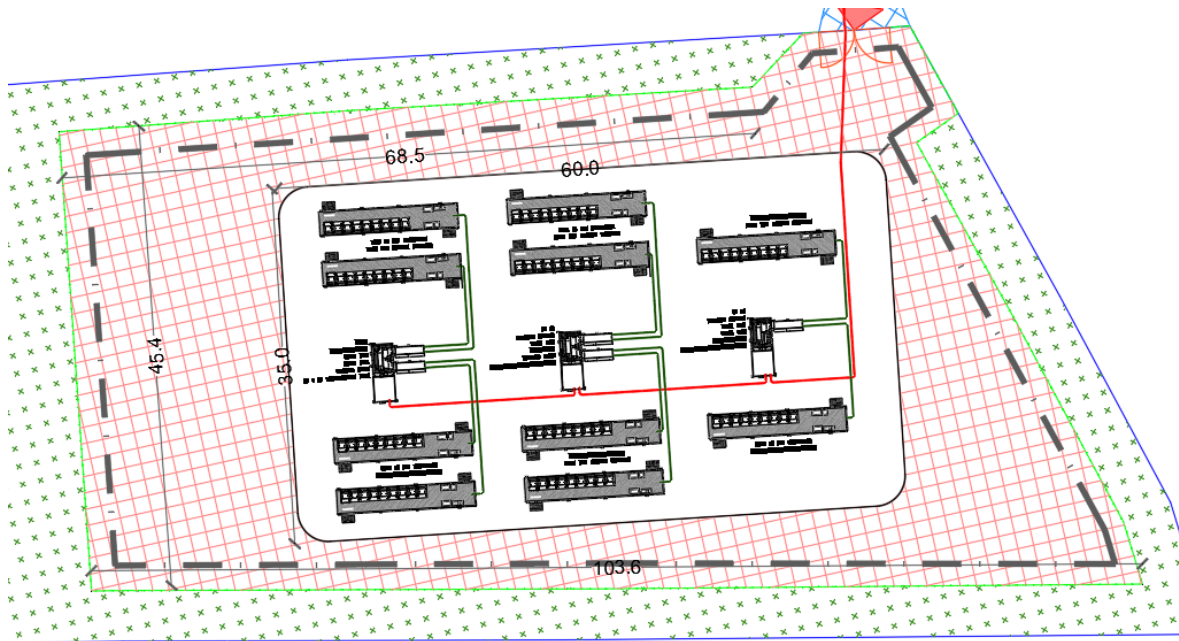
L'impianto agro-fotovoltaico sarà affiancato da un sistema di accumulo, posto in un'area adiacente all'impianto stesso (Foglio 43 Partanna, p.lla 78) da 7,5 MW, per l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco fotovoltaico. Il sistema Energy storage è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

Nel complesso l'impianto storage è caratterizzato da una potenza nominale pari a circa 7,5 MW e da una capacità energetica nominale paria a circa 30,0 MWh, realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando container attrezzati per le varie necessità impiantistiche e idonei a garantire una facile rimovibilità.

Il sistema come evidenziato nello Schema elettrico unifilare sarà presumibilmente, a seconda della soluzione tecnica finale, costituito da:

- N°3 unità di accumulo (ENERGY STORAGE) aventi una capacità energetica utile pari rispettivamente a circa 12,0 MWh (prime due unità) e 6,0 MWh (terza unità).
- Ogni unità di accumulo è composta da:
  - N.2 unità di conversione PCS (POWER CONVERSION SYSTEM) ciascuna equipaggiata con n.2 sistemi di conversione DC/AC (2x1,5 MVA);
  - N.1 unità di conversione PCS (POWER CONVERSION SYSTEM) equipaggiata con n.1 sistema di conversione DC/AC 1,5 MVA;
  - N.6 "container" (2 per ogni PCS) ciascuno composto da 9 racks di batterie di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio Nickel Magnesio Cobalto (LI G/NMC o LI/LFP),
  - Sistema interno BT di alimentazione dei servizi ausiliari e dei servizi generali di ciascuna unità accumulo.
- N°1 dorsale in MT a 30 kV, interrata per il collegamento delle 3 unità di conversioni al quadro MT presente in cabina MTR di parco.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	61



Tale scelta impiantistica è giustificata dalla necessità di sfruttare al meglio la richiesta di energia in caso di mancata produzione, e, allo stesso tempo, dalla possibilità di immettere nella RTN energia elettrica nelle ore con un maggior costo orario. Con i sistemi di accumulo verrà immagazzinata l'energia nelle ore di minore richiesta, maggior produzione e di costo minore, per poi essere reimmessa in rete nei momenti nei momenti più propizi.

Tali sistemi sono anche utili a sopperire le variazioni istantanee di richiesta di energia da parte della rete.

In caso di blackout generale, grazie ai sistemi di accumulo, non sarà necessario disporre di un generatore supplementare per la ripartenza di tutto il sistema.

Tutto il sistema di storing, costituito dai container di racks e dalle unità PCS, sarà appoggiato su di una platea di fondazione in CA appositamente dimensionata ai sensi della normativa tecnica vigente NTC2018. La superficie della piazzola sarà ricoperta da pavimentazione drenante idroDRAIN.

Il layout prevede la disposizione di n. 6 battery container, n. 3 Power Stations (dim. Planimetriche pari a circa 6,0 m x 8,0 m), con al loro interno inverter e trasformatore, il tutto all'interno dell'area recintata e destinata al sistema di storage in oggetto, secondo la disposizione riportata nella specifica tavola grafica allegata.

Nei seguenti paragrafi vengono descritti gli elementi sopra indicati. La scelta definitiva del modello e del costruttore avverrà successivamente, al termine dell'iter autorizzativo, in esito ad una ricerca di mercato che sarà condotta tra i diversi principali produttori.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	62

## 8.1 BATTERY STORAGE ENERGY

Ciascuna battery storage energy da 3,00 MWh è costituita da 9 rack battery, ciascun rack battery risulta a sua volta, composto da 8 moduli di batterie agli ioni di litio costituendo l'unità di accumulo "storage energy".

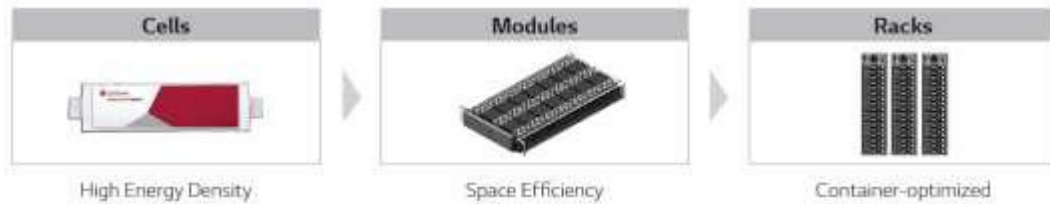


Figura 5 Schema composizione Rack battery

In particolare, per il progetto in esame, si prevede l'utilizzo di batterie *tipo 280Ah\_2h Indoor Liquid Cooling Rack o similari*.

Oltre agli 8 moduli di batteria, il rack è composto una Control Box, un refrigeratore (Chiller) e un sistema di protezione antincendio.

La cella della batteria è l'unità batteria più semplice. Il BMS (Battery Management System) è composto da CSC (Cell Supervision Circuit) e SBMU (Slave Battery Management Unit). Il BMS raccoglie i dati di stato dalla cella, dal modulo e dal rack e scambia informazioni con altri componenti.

Il modulo batteria è composto da una batteria 1P52S e un CSC. Altresì un Control Box è responsabile del controllo della linea di alimentazione principale. Vedi figure qui sotto:

 <p><b>Cell</b> 280Ah LFP</p>	Cell Capacity (Ah)	280	
	Charge/ Discharge Rate (C)	0.5	1
	Cycle Life (825°C, 870%Ret)	8,000 (0.5P/0.5P)	8,000 (1P/1P)
	Dimension (L*W*H) (mm)	173.9*71.7*207.2	
 <p><b>Liquid Cooling Module</b></p>	Product Specification	M52280-E	M52280-P
	Duration (h)	h≥2	1≤h<2
	Nominal Capacity (kWh)	46.6	
	Dimension (L*W*H)(mm)	1,152*810*243.4	
	Cooling	Liquid	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	63



**Indoor Liquid Cooling Rack**

Product Specification	R852280-E	R852280-P
Duration (h)	$h \geq 2$	$1 \leq h < 2$
Nominal Capacity (kWh)	372.7	
Dimension (L*W*H)(mm)	924*1,185*2,329	
Cooling	Indoor Liquid	

I Componenti del Rack battery sono:

Components	Number	Remark
Rack Frame	1	2280mm(H)*1300mm(W)*1300mm(D)
Battery Modules	8	With CSC
Control Box	1	
Chiller	1	
Fire protection	1set	Including smoke detector, heat detector and aerosol

*Componenti Battery rack*

Il monitoraggio e il controllo dello stato del sistema di accumulo saranno svolti dal sistema BESS RIO UNIT il quale si interfacerà con i vari BESS PLC CONTROLLER

## 8.2 POWER CONVERSION SYSTEM E TRASFORMAZIONE MT/MT

Ciascun convertitore statico, nel seguito PCS (Power conversion system), sarà costituito da ponti bidirezionali reversibili, che impiegheranno IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Essendo le batterie adottate, caratterizzate da ampie escursioni di tensione, per l'azionamento saranno impiegati convertitori bidirezionali AC/DC da 3000 kVA, 916V – 1000V dc,  $578V_{ac} \pm 10\%$ , 50/60 Hz.

In dettaglio le Power Conversion system sarà equipaggiata con:

- Quadro di conversione bidirezionale AC/DC, costituito da:
  - Induttanze e condensatori di spianamento;
  - Filtro LC di rete lato AC;
  - Filtri RFI per la soppressione dei disturbi elettromagnetici;
- Quadro BESS SCADA, contenente il sistema di supervisione, controllo e monitoraggio delle PCS, capace inoltre di interfacciarsi con il sistema BESS PLC CONTROLLER del sistema di accumulo, garantendo in questo modo il corretto e sicuro funzionamento del sistema stesso.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	64

- Quadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari dei quadri di conversione (es. alimentazione sistemi di comando e controllo, condizionamento etc);
- Sistemi di apparecchiature di manovra e protezione (interruttori, fusibili etc), e dispositivi di sicurezza (antincendio, etc).

Nelle immediate vicinanze di ciascuna PCS sarà installato un trasformatore BT/MT (30/0,55kV), di taglia pari a 3,00 MVA. Si riportano nel seguito le caratteristiche preliminari di ciascuna PCS:

	950TL B366	1170TL B450	1325TL B510	1380TL B530	1500TL B578	1560TL B600	1640TL B630
<b>Input (DC)</b>							
Battery voltage range for stand-alone mode	529 - 1,300 V	645 - 1,300 V	728 - 1,300 V	755 - 1,300 V	822 - 1,300 V	853 - 1,300 V	894 - 1,300 V
Battery voltage range for grid-connected modes range <sup>1)</sup>	588 - 1,300 V	718 - 1,300 V	812 - 1,300 V	844 - 1,300 V	919 - 1,300 V	953 - 1,300 V	1,000 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>2)</sup>	1,500 V						
Maximum current	1,870 A						
Type of battery <sup>3)</sup>	Li-Ion, lead, Ni-Cd and flow batteries						
N° inputs with fuse holders	6 up to 10						
Fuse dimensions	Up to 630 A / 1,500 V / aR / 100 kA (L/R 5mS) (optional)						
Type of connection	Single copper bar (up to 30 cables) or multiple copper bars with fuse holders						
<b>Input protections</b>							
Overvoltage protections	Type 2 surge arresters						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 10 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
<b>Output (AC)</b>							
Power IP54 @30 °C / @50 °C	950.9 kVA / 855.8 kVA	1,169 kVA / 1,052.2 kVA	1,325 kVA / 1,192.5 kVA	1,377 kVA / 1,239.2 kVA	1,502 kVA / 1,351.5 kVA	1,559 kVA / 1,403 kVA	1,637 kVA / 1,473 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A						
Power IP56 @27 °C / @50 °C <sup>4)</sup>	950.9 kVA / 841.9 kVA	1,169 kVA / 1,035 kVA	1,325 kVA / 1,173 kVA	1,377 kVA / 1,219 kVA	1,502 kVA / 1,330 kVA	1,559 kVA / 1,380 kVA	1,637 kVA / 1,449 kVA
Current IP56 @27 °C / @50 °C <sup>4)</sup>	1,500 A / 1,328 A						
Rated voltage	366 V IT System	450 V IT System	510 V IT System	530 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	630 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>5)</sup>	<3%						
Type of connection	Connection to cables or copper bars						
<b>Output protections</b>							
Overvoltage protections	Type 2 surge arresters						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short circuits and overloads						
<b>Features</b>							
Maximum efficiency	98.9%						
CEC efficiency	98.5%						
Max. consumption aux. services	4,700 W (25 A)						
Stand-by or night consumption <sup>6)</sup>	<90 W						
Average power consumption per day	2,000 W						
<b>General Information</b>							
Ambient temperature	-20 °C to +57 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%						
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)						
Corrosion protection	C5H						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Forced air with temperature control (230 V phase + neutral power supply)						
Air flow range	0 - 84 ft <sup>3</sup> /s (0 - 7,800 m <sup>3</sup> /h)						
Average air flow	45 ft <sup>3</sup> /s (4,200 m <sup>3</sup> /h)						
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m						
Marking	CE, ETL						
EMC & Security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie-2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia						

Le regolazioni di potenza attiva e reattiva in assorbimento ed in erogazione verso la rete

COMMITTENTE

X-ELIO

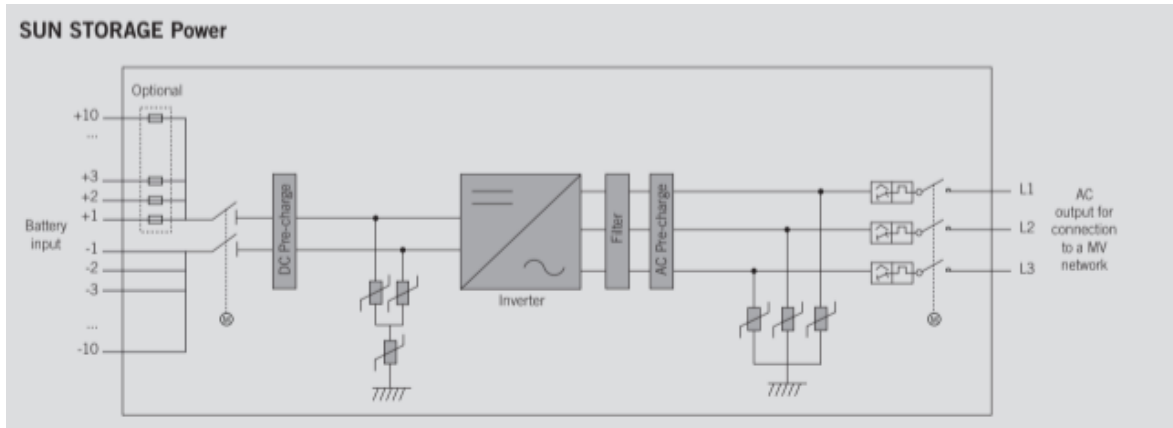
PROGETTISTA

HE Hydro Engineering



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	65

avvengono all'interno della curva di capability (P, Q) del PCS e nel rispetto delle limitazioni/blocchi provenienti dal sistema BESS SCADA.



COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	66

## 9 DATASHEET COMPONENTI IMPIANTO

### 9.1 MODULI FOTOVOLTAICI

---

COMMITTENTE

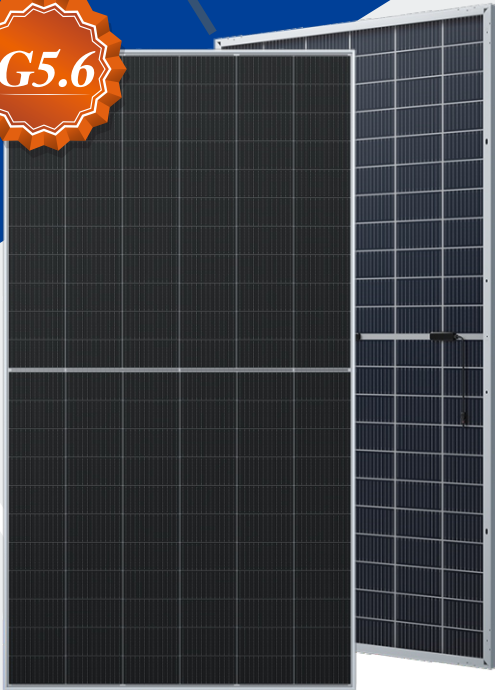
**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

# NewT@N

## N-TYPE BIFACIAL MODULE



### RSM132-8-670BNDG-690BNDG

<b>132 CELL</b> N-type Module	<b>670-690Wp</b> Power Output Range
<b>1500VDC</b> Maximum System Voltage	<b>22.2%</b> Maximum Efficiency

### KEY SALIENT FEATURES

- Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
- N-type solar cell without LID caused by B-O , power degradation in 1st year is no more than 1%
- Better Temperature Coefficient
- Bifacial technology enables additional energy harvesting from rear side (up to 30%)
- Excellent low irradiance performance
- Excellent PID resistance
- Positive tight power tolerance
- Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product
- Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
- Excellent wind load 2400Pa & snow load 5400Pa under certain installation method
- Comprehensive product and system certification
  - ◆ IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016;
  - ◆ ISO 9001:2015 Quality Management System
  - ◆ ISO 14001:2015 Environmental Management System
  - ◆ ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System



\* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Risen Energy sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

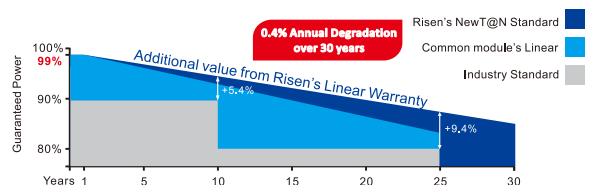
#### RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC  
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599  
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 year Product Warranty / 30 year Linear Power Warranty

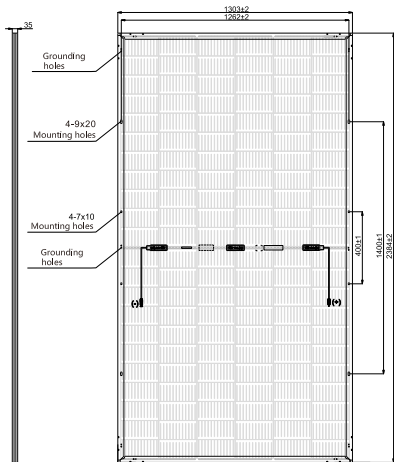


★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd



Preliminary  
For Global Market

### Dimensions of PV Module Unit: mm



### ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	<b>670</b>	<b>675</b>	<b>680</b>	<b>685</b>	<b>690</b>
Open Circuit Voltage-Voc(V)	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	17.90	17.96	18.02	18.08	18.14
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Impp(A)	17.04	17.09	17.14	17.19	17.24
Module Efficiency (%) ★	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.  
Bifacial factor: 80%±5 ★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

### Electrical characteristics with 10% rear side power gain

	737	743	749	754	760
Total Equivalent power -Pmax (Wp)	737	743	749	754	760
Open Circuit Voltage-Voc(V)	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	19.69	19.76	19.82	19.89	19.95
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Impp(A)	18.74	18.80	18.85	18.91	18.96

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

### ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-670BNDG	RSM132-8-675BNDG	RSM132-8-680BNDG	RSM132-8-685BNDG	RSM132-8-690BNDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	507.6	511.4	515.3	519.1	523.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	43.87	44.04	44.22	44.40	44.57
Short Circuit Current-Isc (A)	14.68	14.73	14.78	14.83	14.87
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	36.51	36.67	36.84	37.01	37.18
Maximum Power Current-Impp (A)	13.90	13.95	13.99	14.03	14.07

NMOT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

### MECHANICAL DATA

Solar cells	N-type
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	40kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+)/350mm, Negative(-)/350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

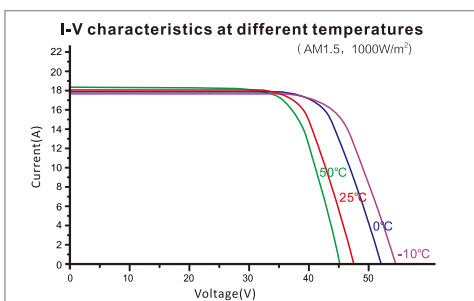
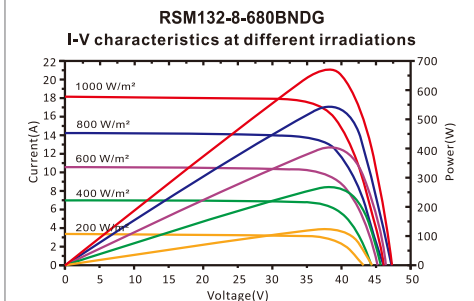
### TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	42°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.26%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.046%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.32%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

### PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	527
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	17
Box gross weight[kg]	1290

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.  
©2021 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.  
No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.



### Our Partners:



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	69

## 9.2 INVERTER

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

**TRANSFORMERLESS  
CENTRAL  
INVERTERS  
WITH A SINGLE  
POWER BLOCK****Up to 1800 kVA at 1500 V****Maximum power density**

These PV central inverters feature more power per cubic foot. Thanks to the use of high-quality components, this inverter series performs at the highest possible level.

**Latest generation electronics**

The B Series inverters integrate an innovative control unit that runs faster and performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor. Furthermore, the hardware of the control unit allows some more accurate measurements and very reliable protections.

These inverters feature a low voltage ride-through capability and also a lower power consumption thanks to a more efficient power supply electronic board.

**Improved AC connection**

The output connection has been designed in order to facilitate a direct close-coupled connection with the MV transformer.

**Maximum protection**

These three phase inverters are equipped with a motorized DC switch to decouple the PV generator from the inverter. Moreover, they are also supplied with a motorized AC circuit breaker. Optionally, they can be supplied with DC fuses, smart grounding kit and input current monitoring.

**Maximum efficiency values**

Through the use of innovative electronic conversion topologies, efficiency values of up to 98.9% can be achieved. Thanks to a sophisticated control algorithm, this equipment can guarantee maximum efficiency depending on the PV power available.

**Enhanced functionality**

This new INGECON® SUN PowerMax range features a revamped, improved enclosure which, together with its innovative air cooling system, makes it possible to increase the ambient operating temperature.



## Up to 1800 kVA at 1500 V

### Long-lasting design

The inverters have been designed to guarantee a long life expectancy, as demonstrated by the stress tests they are subjected to. Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

### Grid support

The INGECON® SUN PowerMax B Series has been designed to comply with the grid connection requirements in different countries, contributing to the quality and stability of the electric system. These inverters therefore feature a low voltage ride-through capability, and can deliver reactive power and control the active power delivered to the grid. Moreover,

they can operate in weak power grids with a low short-circuit ratio (SCR).

### Ease of maintenance

All the elements can be removed or replaced directly from the inverter's front side, thanks to its new design.

### Easy to operate

The INGECON® SUN PowerMax inverters feature an LCD screen for the simple and convenient monitoring of the inverter status and a range of internal variables.

The display also includes a number of LEDs to show the inverter operating status with warning lights to indicate any incidents. All this helps to simplify and facilitate maintenance tasks.

### Monitoring and communication

Ethernet communications supplied as standard. The following applications are included at no extra cost: INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor and its Smartphone version Web Monitor, available on the App Store. These applications are used for monitoring and recording the inverter's internal operating variables through the Internet (alarms, real time production, etc.), in addition to the historical production data.

Two communication ports available (one for monitoring and one for plant controlling), allowing fast and simultaneous plant control.

#### PROTECTIONS

- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 15 pairs of fuse-holders.
- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Motorized DC switch to automatically disconnect the inverter from the PV array.
- Motorized AC circuit breaker.
- Low-voltage ride-through capability.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power electronics, as it is air-cooled by a closed loop.

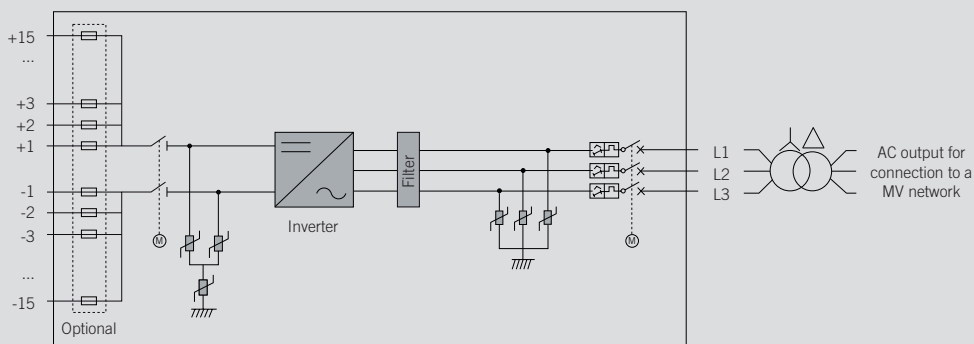
#### OPTIONAL ACCESSORIES

- Insulation failure AC.
- Grounding kit.
- Heating kit, for operating at an ambient temperature of down to -30 °C.
- Lightning induced DC surge arresters, type I+II.
- DC fuses.
- Monitoring of the DC currents.
- Sand trap kit.
- Wattmeter on the AC side.
- PID prevention kit (PID: Potential Induced Degradation).
- Nighttime reactive power injection.
- Integrated DC combiner box.

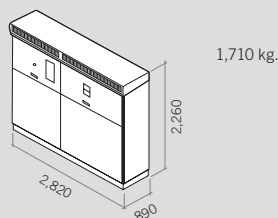
#### ADVANTAGES OF THE B SERIES

- Higher power density.
- Latest generation electronics.
- More efficient electronic protection.
- Night time supply to communicate with the inverter at night.
- Enhanced performance.
- Easier maintenance thanks to its new design and enclosure.
- Lightweight spares.
- It allows to ground the PV array.
- Components easily replaceable.

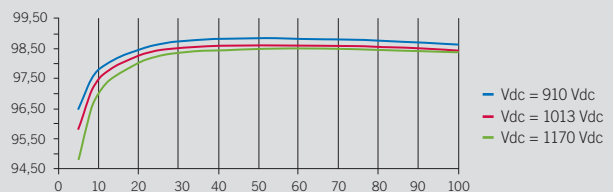
### PowerMax B Series



### Size and weight (mm)



### Efficiency INGECON® SUN 1640TL B630



	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
<b>Input (DC)</b>					
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	1,157 - 1,520 kWp	1,389 - 1,824 kWp	1,487 - 1,952 kWp	1,543 - 2,027 kWp	1,582 - 2,077 kWp
Voltage Range MPP <sup>(2)</sup>	655 - 1,300 V	783 - 1,300 V	837 - 1,300 V	868 - 1,300 V	889 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
<b>Input protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
<b>Output (AC)</b>					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,169 kVA / 1,052 kVA	1,403 kVA / 1,263 kVA	1,502 kVA / 1,352 kVA	1,559 kVA / 1,403 kVA	1,598 kVA / 1,438 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	1,169 kVA / 1,035 kVA	1,403 kVA / 1,242 kVA	1,502 kVA / 1,330 kVA	1,559 kVA / 1,380 kVA	1,598 kVA / 1,415 kVA
Current IP56 @ 27°C / @ 50°C <sup>(4)</sup>	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage <sup>(5)</sup>	450 V IT System	540 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	615 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor <sup>(6)</sup>	1				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(7)</sup>	<3%				
<b>Output protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
<b>Features</b>					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,250 W				
Stand-by or night consumption <sup>(8)</sup>	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
<b>General Information</b>					
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m <sup>3</sup> /h				
Average air flow	4,200 m <sup>3</sup> /h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.0.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code				

**Notes:** <sup>(1)</sup> Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions <sup>(2)</sup> V<sub>mpp,min</sub> is for rated conditions (V<sub>ac</sub>=1 p.u. and Power Factor=1) <sup>(3)</sup> Consider the voltage increase of the 'V<sub>oc</sub>' at low temperatures <sup>(4)</sup> With the sand trap kit <sup>(5)</sup> Other AC voltages and powers available upon request <sup>(6)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power <sup>(7)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 <sup>(8)</sup> Consumption from PV field when there is PV power available.



	1640TL B630	1665TL B640	1690TL B650	1740TL B670	1800TL B690
<b>Input (DC)</b>					
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	1,620 - 2,128 kWp	1,646 - 2,162 kWp	1,672 - 2,196 kWp	1,723 - 2,263 kWp	1,775 - 2,330 kWp
Voltage Range MPP <sup>(2)</sup>	910 - 1,300 V	922 - 1,300 V	937 - 1,300 V	965 - 1,300 V	994 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	1,500 V				
Maximum current	1,850 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
<b>Input protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
<b>Output (AC)</b>					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,637 kVA / 1,473 kVA	1,663 kVA / 1,496.5 kVA	1,689 kVA / 1,520 kVA	1,741 kVA / 1,567 kVA	1,793 kVA / 1,613 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	1,637 kVA / 1,449 kVA	1,663 kVA / 1,472 kVA	1,689 kVA / 1,495 kVA	1,741 kVA / 1,541 kVA	1,793 kVA / 1,587 kVA
Current IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage <sup>(5)</sup>	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor <sup>(6)</sup>	1				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(7)</sup>	<3%				
<b>Output protections</b>					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
<b>Features</b>					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,250 W				
Stand-by or night consumption <sup>(8)</sup>	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
<b>General Information</b>					
Operating temperature	-20 °C to +60 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m <sup>3</sup> /h				
Average air flow	4,200 m <sup>3</sup> /h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code				

**Notes:** <sup>(1)</sup> Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions <sup>(2)</sup> V<sub>mpp,min</sub> is for rated conditions (V<sub>ac</sub>=1 p.u. and Power Factor=1) <sup>(3)</sup> Consider the voltage increase of the 'V<sub>oc</sub>' at low temperatures <sup>(4)</sup> With the sand trap kit <sup>(5)</sup> Other AC voltages and powers available upon request <sup>(6)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power <sup>(7)</sup> For P<sub>out</sub>>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 <sup>(8)</sup> Consumption from PV field when there is PV power available.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	74

### 9.3 POWER STATION

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

## MEDIUM VOLTAGE INVERTER STATION, CUSTOMIZED UP TO 7.2 MVA

### From 1.17 to 7.2 MVA

This brand new medium voltage solution integrates all the devices required for a multi-megawatt system.

#### Maximize your investment with a minimal effort

Ingeteam's Inverter Station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to four photovoltaic inverters (two dual). All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

#### Higher adaptability and power density

This PowerStation is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel base frame together with the MV switchgear. Moreover, it features the greatest power density on the market: 317 kW/m<sup>3</sup>.

#### Turnkey solution

This MV solution integrates power conversion equipment –up to 7.2 MVA–, liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV and provision for low voltage equipment.

A single steel skid integrating all the LV and MV components (except for the PV inverters) is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to four PV inverters from Ingeteam's B Series central inverter family.

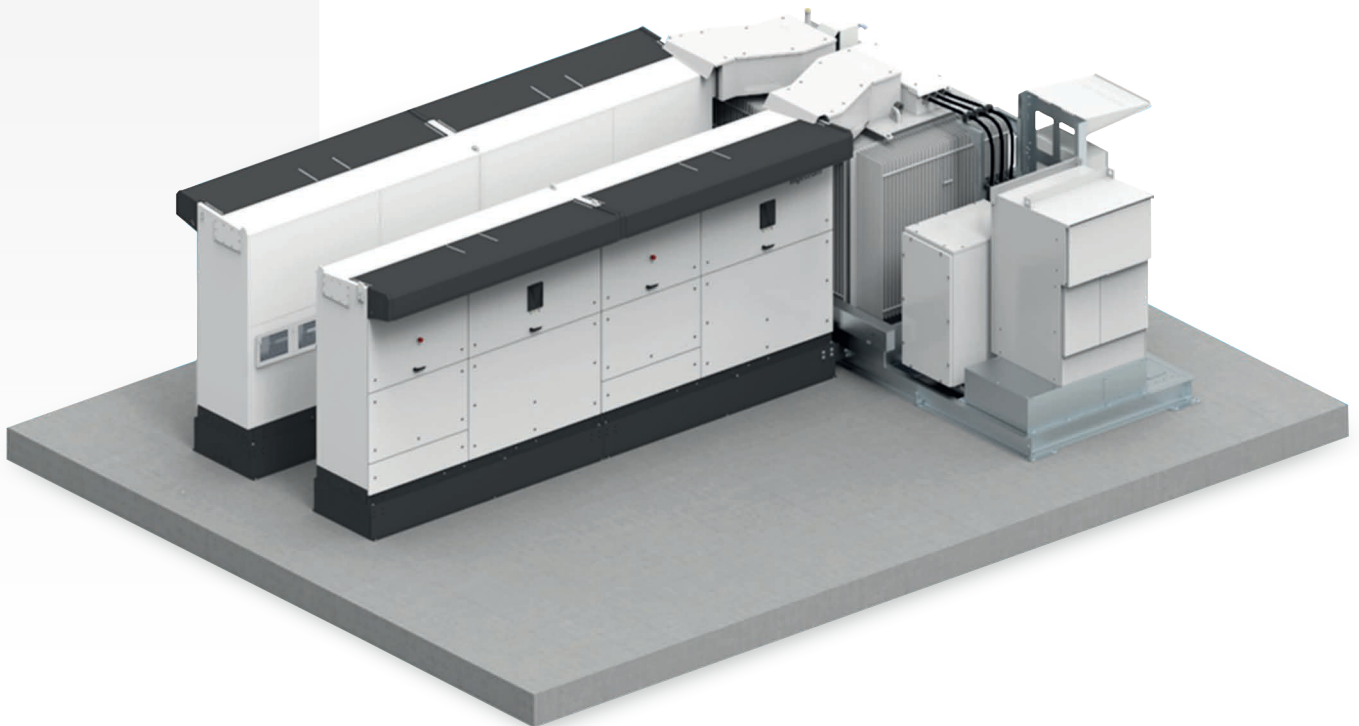
#### Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the B Series central inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

#### Maximum protection

Ingeteam's B Series central inverters integrate the latest generation electronics and a much more efficient electronic protection. Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.

Furthermore, the electrical connection between the inverters and the transformer is fully protected from direct contact.



CONSTRUCTION

- Steel base frame.
- Suitable for slab or piers mounting.
- Compact design, minimizing freight costs.

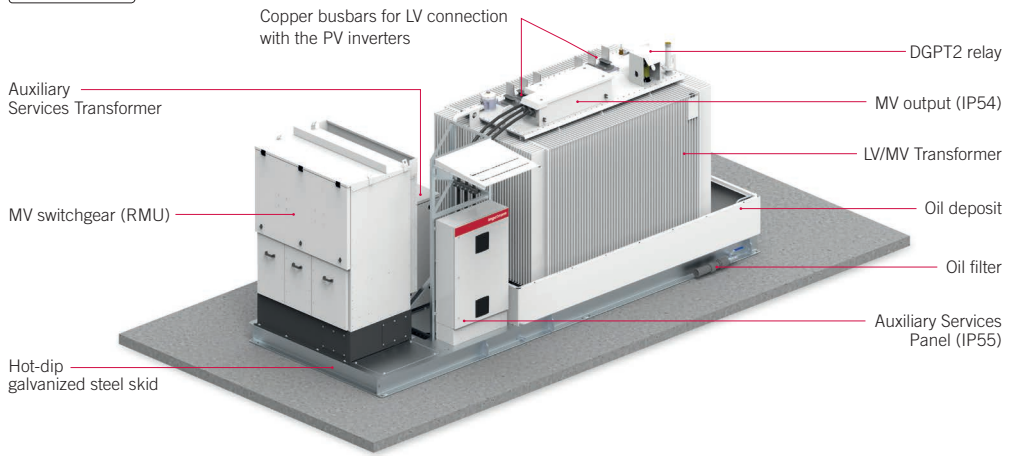
STANDARD EQUIPMENT

- Up to four inverters with an output power of 7.2 MVA.
- Liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV.
- 1L1A MV switchgear (2L1A optional).
- Oil deposit.
- Frame for installation of LV equipment.
- Minimum installation at project site.

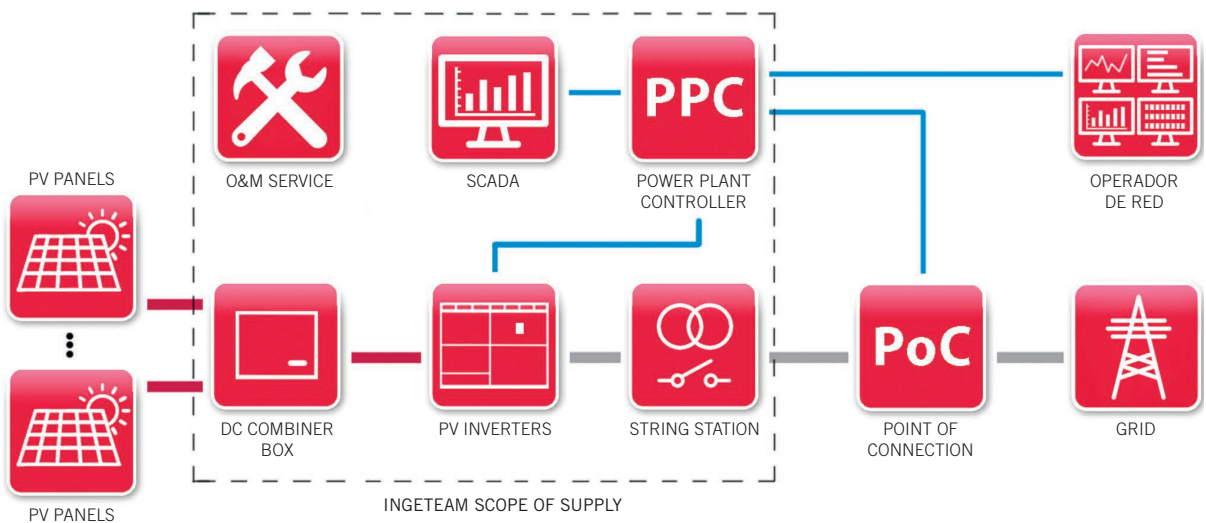
OPTIONAL ACCESORIES

- Auxiliary services transformer (up to 50 kVA, Dyn11).
- UPS for monitoring (1.5 kVA, 30 min).
- LV Surge arresters type I+II.
- MV Surge arresters.
- Low voltage distribution panel (IP55).
- Power plant commissioning.
- High-speed Ethernet / fibre optic communication infrastructure for Plug & Play connection to the Power Plant Controller and/or SCADA systems.
- INGECON® SUN StringBox with 16 / 24 / 32 input channels. Intelligent or passive string combiner box.
- Energy meter for auxiliary services and/or energy production.
- Insulation monitoring relay for continuous monitoring of IS systems insulation.
- Reactive power regulation when there is no PV power available.
- Ground connection of the PV array.

COMPONENTS



PV PLANT CONFIGURATION

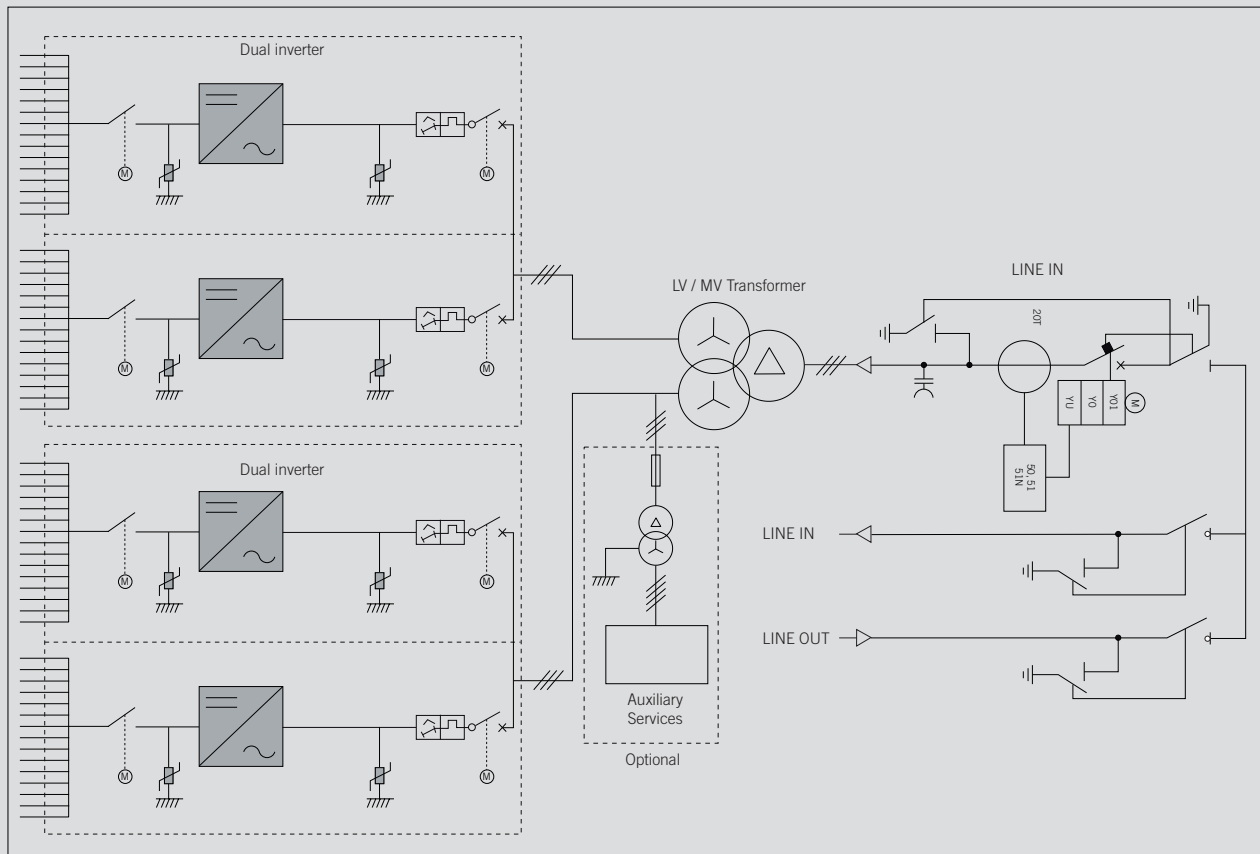


- Communication
- DC Power
- AC Power

	1800 MSK	3600 MSK	5400 MSK	7200 MSK
<b>General data</b>				
Number of inverters	1	2	3	4
Max. power @30 °C / 86 °F <sup>(1)</sup>	1,793 kVA	3,586 kVA	5,379 kVA	7,172 kVA
Operating temperature range	from -20 °C to +50 °C			
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%			
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 2,000 masl)			
<b>LV / MV Transformer</b>				
Medium voltage	From 20 kV up to 35 kV, 50-60 Hz			
Cooling system	ONAN			
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) <sup>(2)</sup>	99.40%			
Protection degree	IP54			
<b>MV Switchgear</b>				
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV			
Rated current	630 A			
Cooling system	Natural air ventilation			
Protection degree	IP54			
<b>Equipment</b>				
LV-AUX Switchgear	Standard version (optional monitoring system)			
LV / MV Transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer			
MV Switchgear	1L1A cells (2L1A optional)			
<b>Mechanical information</b>				
Structure type	Hot dip galvanized steel skid			
Body dimensions	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft
Max. estimated skid weight (without inverters)	11 T	12 T	13.5 T	17 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1			

Notes: <sup>(1)</sup> Maximum power calculated with the inverter model INGECON® SUN 1800TL B690. For other inverter models, please contact Ingeteam's Solar sales department <sup>(2)</sup> For European installations, ECO design according to the EU 548/2014 and EU 2019/1783 standards.

**Configuration with four B Series PV inverters**





**Ingeteam Power Technology, S.A.**  
Avda. Ciudad de la Innovación, 13  
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain  
Tel.: +34 948 288 000 / Fax: +34 948 288 001  
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

**Ingeteam S.r.l.**  
Via Emilia Ponente, 232  
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy  
Tel.: +39 0546 651 490 / Fax: +39 054 665 5391  
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

**Ingeteam SAS**  
La Naurouze B - 140 rue Carmin  
31670 Labège - France  
Tel: +33 (0)5 61 25 00 00 / Fax: +33 (0)5 61 25 00 11  
e-mail: france@ingeteam.com

**Ingeteam INC.**  
3550 W. Canal St.  
Milwaukee, WI 53208 - USA  
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190 / Fax: +1 414 342 0779  
e-mail: solar.us@ingeteam.com

**Ingeteam, a.s.**  
Technologická 371/1  
70800 Ostrava - Pustkovec  
Czech Republic  
Tel.: +420 59 732 6800 / Fax: +420 59 732 6899  
e-mail: czech@ingeteam.com

**Ingeteam, S.A. de C.V.**  
Leibniz 13 des 1101, Col. Anzures  
Del. Miguel Hidalgo,  
11590 - Mexico - CDMX  
Tel +5255 6586 9930-31  
e-mail: northamerica@ingeteam.com

**Ingeteam Ltda.**  
Rua Estácio de Sá, 560  
Jd. Santa Genebra  
13080-010 Campinas/SP - Brazil  
Tel.: +55 19 3037 3773  
e-mail: brazil@ingeteam.com

**Ingeteam Pty Ltd.**  
Unit 2 Alphen Square South  
16th Road, Randjiespark  
Midrand 1682 - South Africa  
Tel.: +2711 314 3190 / Fax: +2711 314 2420  
e-mail: southafrica@ingeteam.com

**Ingeteam SpA**  
Los militares 5890, Torre A, oficina 401  
7560742 - Las Condes  
Santiago de Chile - Chile  
Tel.: +56 2 29574531  
e-mail: chile@ingeteam.com

**Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.**  
2nd Floor, 431  
Udyog Vihar, Phase III  
122016 Gurgaon (Haryana) - India  
Tel.: +91 124 420 6491-5 / Fax: +91 124 420 6493  
e-mail: india@ingeteam.com

**Ingeteam Sp. z o.o.**  
Ul. Koszykowa 60/62 m 39  
00-673 Warszawa - Poland  
Tel.: +48 22 821 9930 / Fax: +48 22 821 9931  
e-mail: polska@ingeteam.com

**Ingeteam Australia Pty Ltd.**  
iAccelerate Centre, Building 239  
Innovation Campus, Squires Way  
North Wollongong, NSW 2500 - Australia  
Tel.: +61 455 521 490  
e-mail: australia@ingeteam.com

**Ingeteam Panama S.A.**  
Av. Manuel Espinosa Batista, Ed. Torre Internacional  
Business Center, Apto./Local 407 Urb.C45 Bella Vista  
Bella Vista - Panama  
Tel.: +50 761 329 467

**Ingeteam Service S.R.L.**  
Bucuresti, Sector 2, Bulevardul  
Dimitrie Pompeiu Nr 5-7  
Cladirea Hermes Business Campus 1,  
Birou 236, Etaj 2 - Romania  
Tel.: +40 728 993 202

**Ingeteam Philippines Inc.**  
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.  
Amorsolo corner Rufin St.  
1230 Makati  
Gran Manila - Philippines  
Tel.: +63 0917 677 6039

# Ingeteam

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	79

## 9.4 CAVI MT

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

**Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche**  
**Power - Ground and/or wind farm applications**



**ARP1H5(AR)E** *P-Laser* **AIR BAG™**  
 CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

**Norma di riferimento**  
 HD 620/IEC 60502-2

**Standard**  
 HD 620/IEC 60502-2

**Descrizione del cavo**

**Anima**

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

**Semiconduttivo interno**

Mescola estrusa

**Isolante**

Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)

**Semiconduttivo esterno**

Mescola estrusa

**Rivestimento protettivo**

Nastro semiconduttore igrospandente

**Schermatura**

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)

**Protezione meccanica**

Materiale Polimerico (Air Bag)

**Guaina**

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

**Marcatura**

**PRYSMIAN (\*\*)** ARP1H5(AR)E <ensione> <sezione> <anno>

**(\*\*) sigla sito produttivo**

Marcatura in rilievo ogni metro  
 Marcatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**

Temperatura di sovraccarico massima 140°C  
 Coefficiente K per temperature di cortocircuito di 300°C: K = 100  
 N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2

**Accessori idonei**

**Terminali**

ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), FMCS 250 (pag. 136), FMCE (pag. 138), FMCTs-400 (pag. 140), FMCTXs-630/C (pag. 144)

**Giunti**

ECOSPEED™ (pag. 148)

**Cable design**

**Core**

Compact stranded aluminium conductor

**Inner semi-conducting layer**

Extruded compound

**Insulation**

Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)

**Outer semi-conducting layer**

Extruded compound

**Protective layer**

Semiconductive watertight tape

**Screen**

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)

**Mechanical protection**

Polymeric material (Air Bag)

**Sheath**

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

**Marking**

**PRYSMIAN (\*\*)** ARP1H5(AR)E <rated voltage> <cross-section> <year>

**(\*\*) production site label**

Embossed marking each meter  
 Ink-jet meter marking

**Applications**

Overload maximum temperature 140°C  
 K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100  
 N.B. According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics

**Suitable accessories**

**Terminations**

ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), FMCS 250 (pag. 136), FMCE (pag. 138), FMCTs-400 (pag. 140), FMCTXs-630/C (pag. 144)

**Joints**

ECOSPEED™ (pag. 148)

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO / OPERATING TEMPERATURE	TEMPERATURA CORTOCIRCUITO / SHORT-CIRCUIT TEMPERATURE	RIGIDO / RIGID

**Condizioni di posa / Laying conditions**

TEMPERATURA MIN. DI POSA -25 °C / MINIMUM INSTALLATION TEMPERATURE -25 °C	CANALE INTERRATO / BURIED TROUGH	TUBO INTERRATO / BURIED DUCT	DIRETTAMENTE INTERRATO / DIRECTLY BURIED	ARIA LIBERA / OPEN AIR	INTERRATO CON PROTEZIONE / BURIED WITH PROTECTION



Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche  
Power - Ground and/or wind farm applications

ARP1H5(AR)E **P-Laser** AIR BAG™  
CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV / Single core 12/20 kV and 18/30 kV

**Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E**

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil p=1 °C m/W	underground installation trefoil p=2 °C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)

**Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV**

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV**

50	193	173	129
70	240	213	157
95	292	255	190
120	338	291	217
150	381	325	243
185	439	369	276
240	520	430	321
300	601	487	363
400	703	558	417
500	816	637	476
630	949	726	542

**Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV**

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV**

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	82

## 9.5 CAVI BT

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

# FG16R16 0,6/1 kV G16 TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR

According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

## Norma di riferimento CEI UNEL 35318

### Descrizione del cavo

#### Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

#### Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

#### Colori delle anime

● nero

#### Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

#### Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

#### Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1 m:

**PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...**

**Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno**

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

### Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.

Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

## Standard

CEI UNEL 35318

### Cable design

#### Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

#### Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

#### Core identification

● black

#### Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

#### Sheath

Special PVC grey outer sheath, R16 type grey colour

#### Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:

**PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...**

**Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year**

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

### Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems.

Can be directly buried.

TEMPERATURA  
FUNZIONAMENTO /  
OPERATING  
TEMPERATURE



TEMPERATURA  
CORTOCIRCUITO /  
SHORT-CIRCUIT  
TEMPERATURE



UE 305/11  
CPR



FLESSIBILE /  
FLEXIBLE



## Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA  
MIN. DI POSA 0°C /  
MINIMUM  
INSTALLATION  
TEMPERATURE 0°C



TUBO  
O CANALINA  
IN ARIA /  
DUCT OR  
CABLE TRAY



CANALE  
INTERRATO /  
BURIED TROUGH



TUBO  
INTERRATO /  
BURIED DUCT



ARIA LIBERA /  
OPEN AIR



INTERRATO CON  
PROTEZIONE /  
BURIED  
WITH PROTECTION



# FG16R16 0,6/1 kV G16TOP



## FG16R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di				raggio minimo di curvatura	
<i>conductor cross-section</i>	<i>approximate conductor diameter</i>	<i>average insulation thickness</i>	<i>maximum outer diameter</i>	<i>approx. weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	<i>in open air at 30 °C</i>	<i>30 °C in tubo in aria</i>	<i>permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C</i>				<i>minimum bending radius</i>
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5°C m/W	(mm)

### 1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35318

1,5	1,5	0,7	8,2	79	13,3	24	20	22	21	35	32	74
2,5	2	0,7	8,7	94	7,98	33	28	29	27	45	39	78
4,0	2,5	0,7	9,3	112	4,95	45	37	37	35	58	51	84
6,0	3	0,7	9,9	139	3,30	58	48	47	44	73	64	89
10,0	3,9	0,7	10,9	188	1,91	80	66	63	59	97	85	98
16,0	5	0,7	11,4	227	1,21	107	88	82	77	125	110	103
25,0	6,4	0,9	13,2	331	0,780	135	117	108	100	160	141	119
35,0	7,7	0,9	14,6	425	0,554	169	144	132	121	191	169	131
50,0	9,2	1,0	16,4	579	0,386	207	175	166	150	226	199	148
70,0	11,0	1,1	17,3	784	0,272	268	222	204	184	277	244	156
95,0	12,5	1,1	24,4	989	0,206	328	269	242	217	331	292	220
120,0	14,2	1,2	22,4	1250	0,161	383	312	274	251	377	332	202
150,0	15,8	1,4	24,8	1540	0,129	444	355	324	287	420	370	223
185,0	17,5	1,6	27,2	1890	0,106	510	417	364	323	476	419	245
240,0	20,1	1,7	30,4	2410	0,0801	607	490	427	379	550	484	274
300,0	22,5	1,8	33,0	3030	0,0641	703	-	484	429	620	546	297

**Note / Notes:**

Le portate dei cavi unipolari sono state calcolate per tre cavi a trifoglio.  
 Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.  
 Current carrying capacities for single core cables are calculated assuming three cables laying in trefoil formation.  
 Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	85

## 9.6 CAVI CC

---

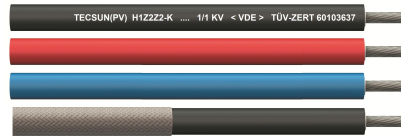
COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

## TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



### Application

PRYSMIAN Solar cables TECSUN (PV) H1Z2Z2-K acc. to EN 50618, are intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems at nominal voltage rate up to 1,5/1,5kV DC. They are suitable for applications indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields, in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing). They may be installed fixed, freely suspended or free movable, in cable trays, conduits, on and in walls. TECSUN(PV) H1Z2Z2-K cables are suitable for direct burial (PRYSMIAN Internal Testing), where the corresponding guidelines for direct burial shall be considered.

### Global data

Brand	TECSUN(PV)
Type designation	H1Z2Z2-K
Standard	DIN EN 50618
Certifications / Approvals	VDE Approval Mark ( <VDE> ); TÜV-Certificate nr. 60103637

### Notes on installation

Notes on installation Thanks to more than 10 years of positive experience with direct burial, not only according to the internal tests performed, but also to the successful installation in PV plants worldwide, the TECSUN(PV) cables are suitable for direct burial in ground (PRYSMIAN Internal Testing). The corresponding installation guidelines shall be taken in consideration.

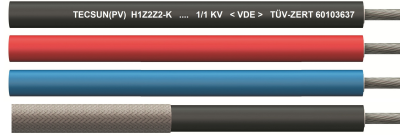
### Design features

Conductor	Electrolytic tinned copper, finely stranded class 5 in accordance with IEC 60228
Insulation	Cross-linked HEPR 120°C
Outer sheath	Cross-linked EVA rubber 120°C. Insulation and sheath are solidly bonded (Two-layer-insulation)
Outer Sheath Colour	Black, blue, red
Protective Braid Screen	TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact

### Electrical parameters

Rated voltage	DC: 1,5/1,5 kV AC: 1,0/1,0 kV
Max. permissible operating voltage AC	1.2/1.2 kV
Max. permissible operating voltage DC	1.8/1.8 kV
Test voltage	AC: 6,5 kV / DC: 15 kV (5 Min.)
Current Carrying Capacity description	According to EN 50618, Table A-3
Electrical Tests	Acc. to EN 50618, Table 2: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductor Resistance;</li> <li>• Voltage Test on completed cable (AC and DC);</li> <li>• Spark Test on insulation; Insulation Resistance (at 20°C and 90°C in water);</li> <li>• Insulation Long-Term Resistance to DC (10 days, in 85°C water, 1,8 kV DC);</li> <li>• Surface Resistance of Sheath.</li> </ul> PRYSMIAN internal test: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dielectric Strength;</li> <li>• Insulation Resistance at 120°C in air.</li> </ul>

## TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



### Chemical parameters

Reaction to fire	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Single Cable Flame Test per EN 60332-1-2;</li> <li>• Low Smoke Emission per EN 61034-2 (Light Transmittance &gt; 70%);</li> <li>• Halogen-free per EN 50525-1, Annex B.</li> </ul> <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiple Cable Flame Test per EN 50305-9;</li> <li>• Low Toxicity per EN 50305 (ITC &lt; 3).</li> </ul>
Resistance to oil	<p>PRYSMIAN internal test, on sheath:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 24h, 100°C (meets VDE 0473-811-404, EN 60811-404).</li> </ul>
Weather resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex E and Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UV Resistance on sheath: tensile strength and elongation at break after 720h (360 Cycles) of exposure to UV lights acc. to EN 50289-4-17, Method A;</li> <li>• Ozone resistance: per Test Type B (DIN EN 50396).</li> </ul> <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Absorption (Gravimetric) per DIN EN 60811-402.</li> </ul>
Acid and alkaline resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex B:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 days, 23°C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) acc. to EN 60811-404.</li> </ul>
Ammonia Resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 days in Saturated Ammonia Atmosphere.</li> </ul>
Environmentally Friendly	<p>TECSUN(PV) cables comply with the RoHS directive 2011/65/EU of the European Union.</p>

### Thermal parameters

Max. operating temperature of the conductor	<p>Max. 90°C at conductor (lifetime acc. to Arrhenius-Diagram TECSUN = 30 years). 20.000 hours of operation at conductor temperature of 120°C (and 90°C ambient temperature) are permitted.</p>
Max. short circuit temperature of the conductor	<p>250 °C (5 s.)</p>
Ambient temperature (for fixed and flexible installation)	<p>Installation and handling: -25°C up to 60°C In operation: -40°C up to +90°C</p>
Resistance to cold	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cold Bending Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-504;</li> <li>• Cold Elongation Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-505;</li> <li>• Cold Impact Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-506 and EN 50618 Annex C.</li> </ul>
Damp-Heat Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.000h at 90°C and 85% humidity (test acc. to EN 60068-2-78).</li> </ul>

### Mechanical parameters

Max. tensile load	<p>15 N/mm<sup>2</sup> in operation, 50 N/mm<sup>2</sup> during installation</p>
Min. bending radius	<p>Acc. to EN 50565-1</p>
Abrasion resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acc. to DIN ISO 4649 against abrasive paper;</li> <li>• Sheath against sheath;</li> <li>• Sheath against metal;</li> <li>• Sheath against plastics.</li> </ul>
Shrinkage Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximum Shrinkage &lt;2% (test acc. to EN 60811-503).</li> </ul>
Pressure Test at High Temperature	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;50% acc. to EN 60811-508.</li> </ul>
Dynamic Penetration Test	<p>Acc. to EN 50618, Annex D:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meets requirements of EN 50618.</li> </ul>
Shore-Hardness	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type A: 85 acc. to DIN EN ISO 868</li> </ul>
Durability of Print	<p>Acc. to EN 50618:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test acc. to EN 50396.</li> </ul>
Rodent resistance	<p>Safety can be optimized by utilizing protective hoses, or protective element, such as a metallic screen braid.</p>

Number of cores x cross section	Colour	Part number	Conductor diameter max. mm	Outer diameter min. mm	Outer diameter max. mm	Bending radius fixed min. mm	Weight (approx.) kg/km	Permissible tensile force max. N	Conductor resistance at 20°C max. Ω/km	Current carrying capacity for single cable free in air (60°C ambient temp.) A	Current carrying capacity for single cable on a surface (60°C ambient temp.) A	Short Circuit Current (1s. from 90°C to 250°C) kA
1x1,5	black	20154830	1.6	4.4	5	15	35	23	13.7	30	29	0.21
1x2,5	black	20154650	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	red	20167176	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	blue	20167177	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x4	black	20149014	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	red	20165491	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	blue	20165492	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x6	black	20149015	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	red	20165493	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	blue	20165494	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x10	black	20149016	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	red	20165495	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	blue	20165496	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x16	black	20154857	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	red	20167178	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	blue	20167179	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x25	black	20154858	6.4	10.3	11.2	34	290	375	0.795	176	167	3.58
1x35	black	20154859	7.5	11.7	12.5	50	400	525	0.565	218	207	5.01
1x50	black	20154860	9	13.5	14.5	58	560	750	0.393	276	262	7.15
1x70	black	20156711	10.8	15.5	16.5	66	750	1050	0.277	347	330	10.01
1x95	black	20156712	12.6	17.7	18.7	75	970	1425	0.21	416	395	13.59
1x120	black	20156713	14.2	19.2	20.4	82	1220	1800	0.164	488	464	17.16
1x150	black	20156714	15.8	21.4	22.6	91	1500	2250	0.132	566	538	21.45
1x185	black	20153870	17.4	23.7	25.1	101	1840	2775	0.108	644	612	26.46
1x240	black	20157001	20.4	27.1	28.5	114	2400	3600	0.082	775	736	34.32
TECSUN(PV) (C) H1Z2Z2-K												
1x4 (C)	black		2.4	6	6.6	26.4	90		5.09	55	52	0.57
1x6 (C)	black		2.9	6.5	7.1	28.4	110		3.39	70	67	0.86

Standard delivery length is 500mt. Other lengths are available on request.  
All cross sections are also available in red and blue colors.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	89

## 10 DATASHEET COMPONENTI BESS

### 10.1 INVERTER

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** **Hydro**  
Engineering

**THREE-PHASE  
TRANSFORMERLESS  
DUAL BATTERY  
INVERTER**

**Battery inverter up to 3.28 MVA**

The INGECON® SUN STORAGE Power is a three-phase bidirectional battery inverter that can be used in grid-connected and stand-alone systems. This inverter offers a high-power density divided in two power stacks providing different configurable operating modes. Besides, it features the same technology as Ingeteam's PV inverters, facilitating the supply of spare parts.

**Easy maintenance**

String inverter philosophy has been applied in the design of this central inverter, facilitating the inverter usage. Moreover, the input and output lines are integrated into the same cabinet, in order to make maintenance work easier.

**Battery management**

The INGECON® SUN STORAGE Power features a highly advanced battery control technology, ensuring the maximum life of the storage system. The battery temperature could be controlled at all times ensuring an enhanced lifespan of the accumulator. This inverter is 100% compatible with Ingeteam's PV inverters.

**Software included**

Included at no extra cost the software INGECON® SUN Manager for monitoring and recording the inverter data over the Internet. Ethernet communications are supplied as standard.

The INGECON® SUN STORAGE Power three-phase inverter complies with the most demanding international standards.

**Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years**

PROTECTIONS

- Lightning induced DC and AC surge arresters, type II.
- Output short-circuits and overloads.
- Insulation failures.
- Motorized DC load break disconnect.
- Motorized AC circuit breaker.
- Additional protection for the power stack, as it is air cooled by a closed loop.

INTEGRATED ACCESSORIES

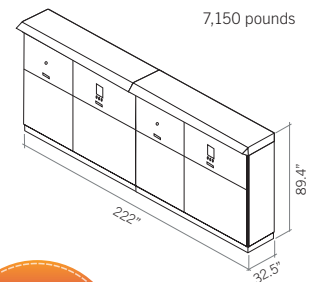
- Ethernet communication.
- DC pre-charge system.
- AC pre-charge system.

OPTIONAL ACCESSORIES

- DC fuses.
- Heating kit, for expanding the temperature range down to -40 °F.
- Sand trap kit.



**Size and weight** (inches and lbs)



### Battery inverter up to 1.64 MVA

#### Stand-alone operating mode:

The INGECON SUN® STORAGE Power, together with Ingeteam's Plant Controller, generates the stand-alone AC grid (to which the PV inverters -both string and central models- and the loads are connected). The ISS Power is able to control the energy flows between this grid and

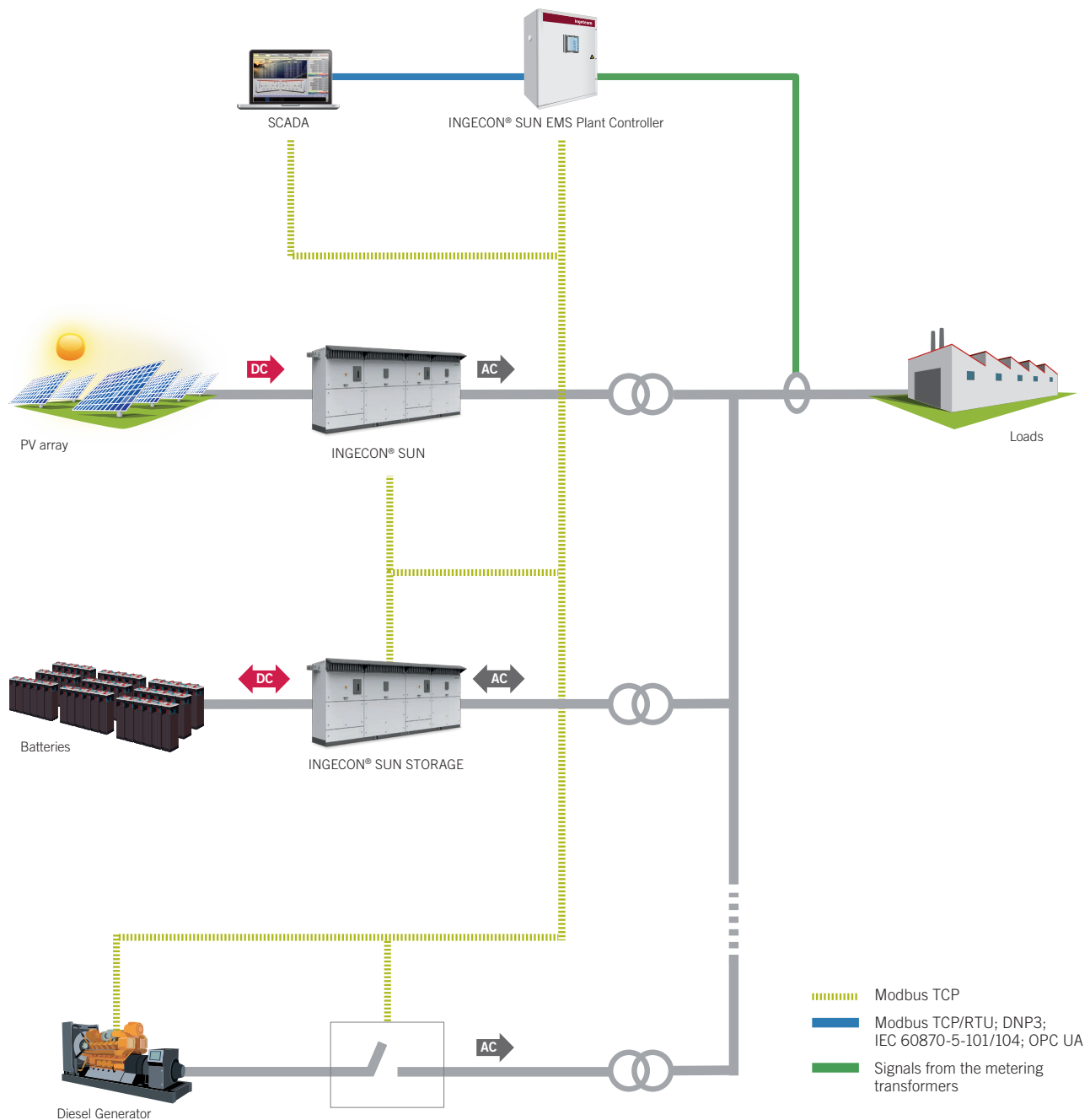
the batteries, based on their status at any given time.

An advanced control system, based on a frequency droop and requiring no communications, manages the power generated by the INGECON SUN® PV inverters

based on the consumption data and the battery state of charge.

The back-up power source (a diesel generator) will only start when the battery state of charge is below a certain programmable threshold.

#### Schema for stand-alone mode



**Grid-connected operating modes:**

**- Self-consumption**

This operating mode is conceived for grid-connected systems with renewable energy sources, in order to minimise grid consumption. If the loads demand more energy than the one produced by the renewable sources then the batteries would cover this demand, increasing the self-consumption ratio.

Back-up functionality is also available. If a grid outage occurs, the battery inverter generates the AC network and the energy stored in the batteries is used to power the loads.

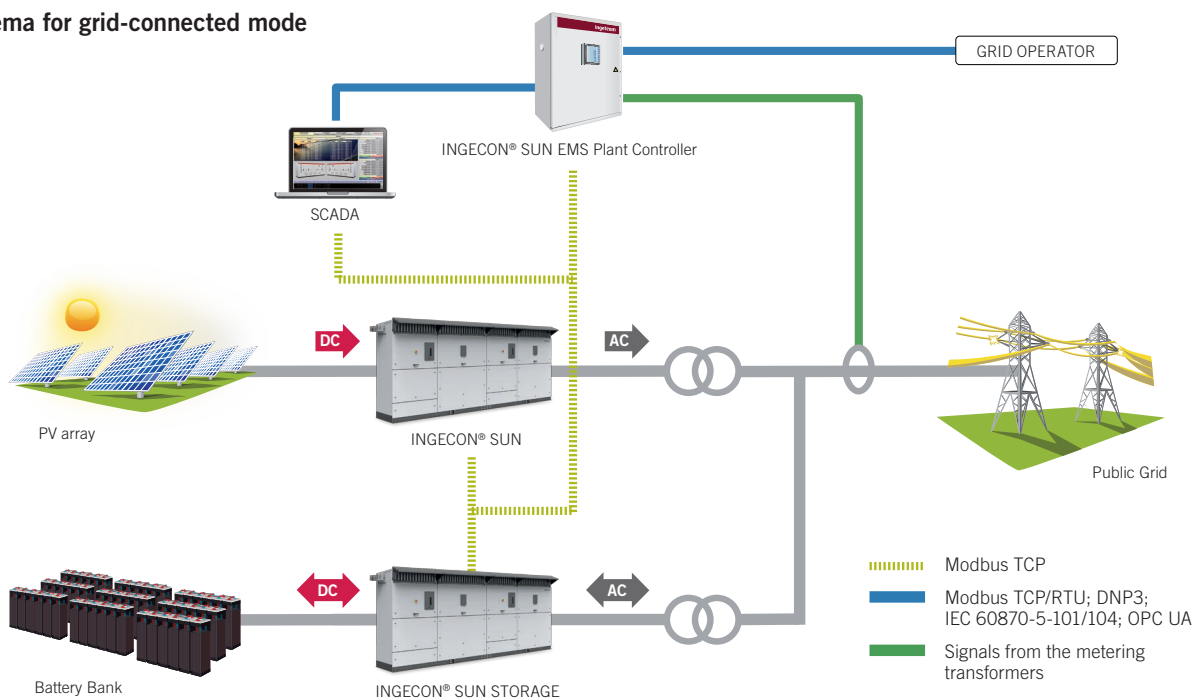
**- Grid Support**

This operating mode is mainly based on active and reactive power control functions that can be implemented thanks to Ingeteam's power plant controller:

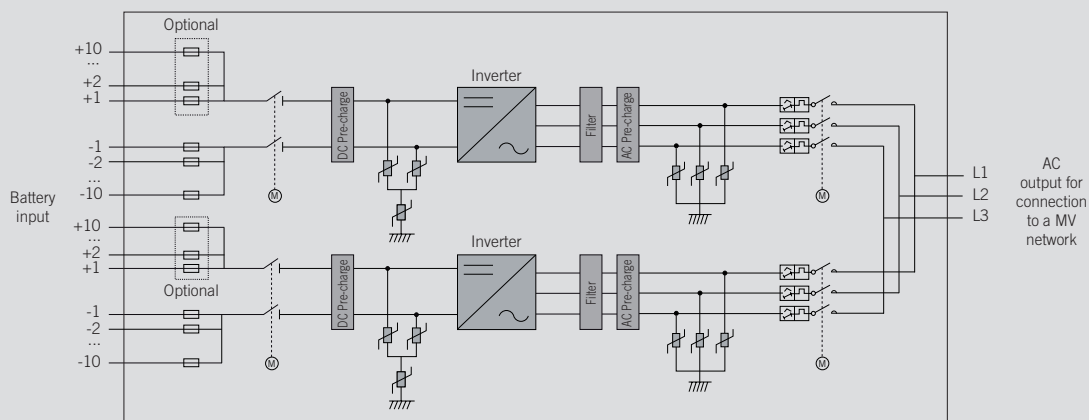
- Active Power Curtailment.
- Ramp Rate Control.
- Fast Frequency Regulation.
- Solar Power Reserve.
- Energy Time Shifting.
- P Open Loop.
- Hybrid Self-Consumption.

- Uninterrupted Power Supply.
- Stand-Alone Generation.
- Q Open Loop.
- Dynamic Reactive Compensation.
- Peak-Shaving.
- On Demand Q.
- Power Factor Control.
- Automatic Voltage Regulation.
- Voltage Droop Control.
- Power Oscillations Damping.
- Black Start capability.

**Schema for grid-connected mode**



**SUN STORAGE Power B Series**



	1900 kVA DUAL ISS 950TL U B366	2340 kVA DUAL ISS 1170TL U B450	2490 kVA DUAL ISS 1245TL U B480	2650 kVA DUAL ISS 1325TL U B510	2760 kVA DUAL ISS 1380TL U B530	3000 kVA DUAL ISS 1500TL U B578	3120 kVA DUAL ISS 1560TL U B600	3280 kVA DUAL ISS 1640TL U B630
<b>Input (DC)</b>								
Battery voltage range for stand-alone mode	536 - 1,300 V	655 - 1,300 V	697 - 1,300 V	740 - 1,300 V	768 - 1,300 V	837 - 1,300 V	868 - 1,300 V	910 - 1,300 V
Battery voltage range for grid-connected modes <sup>(1)</sup>	588 - 1,300 V	715 - 1,300 V	762.6 - 1,300 V	812.3 - 1,300 V	843.6 - 1,300 V	916 - 1,300 V	950 - 1,300 V	998 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(2)</sup>	1,500 V							
Maximum current	1,850 A per power block							
Type of battery <sup>(3)</sup>	Li-ion, lead, Ni-Cd and flow batteries							
N° inputs with fuse holders	6 up to 10 per power block							
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V / aR / 100 kA (L/R 5mS) (optional)							
Type of connection	Single copper bar (up to 30 cables per power block) or multiple copper bars with fuse holders							
<b>Input protections</b>								
Overvoltage protections	Type 2 surge arresters (type 1 optional)							
DC switch	Motorized DC load break disconnect							
Other protections	Up to 10 pairs of DC fuses per power block (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton							
<b>Output (AC)</b>								
Power @95 °F / @122 °F	1,901.8 kVA / 1,711.6 kVA	2,338 kVA / 2,104.5 kVA	2,494 kVA / 2,244.7 kVA	2,650 kVA / 2,385 kVA	2,754 kVA / 2,478 kVA	3,004 kVA / 2,703 kVA	3,118 kVA / 2,806 kVA	3,274 kVA / 2,946 kVA
Current @95 °F / @122 °F	3,000 A / 2,700 A							
Rated voltage	366 V IT System	450 V IT System	480 V IT System	510 V IT System	530 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	630 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz							
Power Factor <sup>(4)</sup>	1							
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)							
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(5)</sup>	<3%							
Type of connection	Connection to cables or copper bars							
<b>Output protections</b>								
Overvoltage protections	Type II surge arresters							
AC breaker	Motorized AC circuit breaker							
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection							
Other protections	AC short circuits and overloads							
<b>Features</b>								
Maximum efficiency	98.9%							
CEC efficiency	98.5%							
Max. consumption aux. services	9,400 W (50 A)							
Stand-by or night consumption <sup>(6)</sup>	<180 W							
Average power consumption per day	4,000 W							
<b>General Information</b>								
Operational temperature range	-4 °F to +135 °F / -20 °C to +57 °C (operational temperature range expandable from -40 °F to +135 °F)							
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%							
Protection class	NEMA 3R (NEMA 4 with the sand trap kit)							
Maximum altitude	14,770 ft (for installations beyond 3,300 ft, please contact Ingeteam's solar sales department)							
Cooling system	Forced air with temperature control (230 V phase + neutral power supply)							
Air flow range	0 - 84 ft <sup>3</sup> /s (0 - 7,800 m <sup>3</sup> /h) per power block							
Average air flow	45 ft <sup>3</sup> /s (4,200 m <sup>3</sup> /h) per power block							
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m							
Marking	CE, SGS							
EMC & Security standards	UL9540, UL1741, FCC Part 15, IEEE C37.90.1, IEEE C37.90.2, CSA22.2 No107							
Grid connection standards	IEC 62116, UL1741SA, IEEE 1547, IEEE 1547.1, NEC CODE, Rule 21, Rule 14H, CSA22.2 No107							

**Notes:** <sup>(1)</sup> Minimum voltage DC (V<sub>DC, min</sub>) for V<sub>grid,max</sub> = 1.1 p.u. and Power Factor=1 If V<sub>grid,max</sub> is higher than this value, the minimum voltage should be corrected as V<sub>DC, min</sub> \* V<sub>grid,max</sub> / 1.1  
<sup>(2)</sup> Beyond 1,300 V, the maximum current decreases gradually <sup>(3)</sup> Please contact Ingeteam's solar sales department to access the full list of compatible batteries and BMS <sup>(4)</sup> For P<sub>ac</sub>>25% of the rated power <sup>(5)</sup> For P<sub>ac</sub>>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 <sup>(6)</sup> Consumption from battery.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	94

## 10.2 CONTAINER

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

**HE** Hydro  
Engineering

# GridSolv Max

## SPECIFICATION SHEET



Wärtsilä's GridSolv Max is a standardised and cost-effective energy storage solution that significantly increases energy density and system reliability for meeting customer energy needs while also adequately future-proofing their hardware assets.

GridSolv Max introduces streamlined energy storage installation and integration. GridSolv Max consists of one International Organisation for Standardisation (ISO) 40' or ISO 45' container, GridSolv Max includes: batteries, a safety system, a fire system, a power distribution and air conditioning system. It does not include power inverters. UL and IEC models are available.



Figure 1: GridSolv Max solution



## SPECIFICATIONS

Dimensions		
Core length	40 ft container (12.192 m)	45 ft container (13.716 m)
Core width	8 ft (2.44 m)	
Total length (w/HVAC)	47.1 ft (14.36 m)	52.1 ft (15.88 m)
Total width (doors open)	15.46 ft (4.71 m)	
Total height	9.5 ft (2.9 m)	
Door quantity	10	10 + 4
Door width	7.76 ft (2.37 m)	
Door height	8.75 ft (2.67 m)	
Battery supplier	Battery model	
SAMSUNG	P3	
	M3	
	E3	
CATL	280 Ah 1C	
	280 Ah < 1°C (0.5-0.25°C)	

## ADVANTAGES

- **Increased energy density**—Best in-class energy density across LFP and NMC chemistries.
- **Reduced materials & construction cost**—Cost improvement of over 30% when compared to custom deployments.
- **Improved efficiency**—Standardisation results in adequate project staffing, better management of build materials, and greater procurement accuracy.
- **Improved handling & logistics**—A standard solution enables global shipping without special handling requirements.
- **Shorter delivery time**—Equipment delivery in less than half the time compared with previous custom projects. Units arrive onsite in 10-12 weeks.
- **Reduced installation time**—Pre-installed battery racks, controllers, wiring, and ducting potentially reduce 40-50% of EPC timeline.



## KEY FEATURES

**Battery rack flexibility**—GridSolv Max has a flexible architecture that has been optimised for a variety of different batteries. The battery selection is carried out according to specific project needs, applications and C-rates. GridSolv Max is continuously updated to appropriately pair with new battery models and upgrades.

**ACC cabinet**—GridSolv Max has been engineered to comply with different types of auxiliary supply according to specific project needs. Auxiliary control cabinets, from 480-400 V (415-380 V), can be used depending on the local grid supply. Wärtsilä's ACCs are also designed for the various battery characteristics and fan supply needs.

**DCC cabinet**—GridSolv Max can incorporate up to two DCC cabinets to meet specific project requirements. The DCC cabinet can be adapted up to four mini banks depending on the battery rack configuration. The nominal ratings are 1500 V and 4000 A DC, and fuses from 1250 A to 500 A are used for protection.

**Fire suppression system**—GridSolv Max incorporates a fire suppression system with smoke and H<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> gas detectors, temperature monitoring, alarm systems and an extinguishing system. In the case of fire inside the container, the cabinet will contain the fire and prevent its spread outside the container. The container has been EI60 tested.

**Air conditioner and ventilation system (HVAC)**—Each GridSolv Max includes two HVACs, one at each side of the enclosure. The HVACs are designed according to the specific requirements of each project – desired applications and environmental conditions – with up to 30 tonnes of flow capacity.

## GridSolv Max technical characteristics

### HVAC

HVAC power	300-120 H
------------	-----------

### Grid input parameters for auxiliary power

Maximum input apparent power	110-60 kVA
Maximum input active power	110-60 kW
Rated input voltage	480-400 V (380-415 V) a.c.
Rated input current	160-80 A a.c.
Rated input frequency	50-60 Hz
Over voltage category	OVC III

### DC input/output parameters

Rated output voltage range	750-1500 Vd.c.
Rated max output current (2DCC)	2 x 4,000-A d.c.
Rated max output current (1DCC)	4,000-A d.c.
Rated short-time withstand current (I <sub>cw</sub> )	100 kA, 0.1 s
Prospective short-circuit current	100 kA
Over voltage category	OVC II

### General

Protection class	I
Ingress protection	IP 54
Operating temperature range	-19°C ~ 50°C (outside, ambient temperature) 18°C ~ 28°C (inner of the container)
Certificates (in process)	TÜV IEC 60364; IEC 61439-2; IEC 61000-6-2/4; EN 1363-1 AS3000 EI60 CE mark





### DCC Cabinet

Battery voltage	1500 VDC
Number of DCC	1 2
DCC out fuse (V)	500 633 700 750 800 1000 1250 1500 Special
Number of inputs to DCC	1 mini bank 2 mini banks 3 mini banks 4 mini banks
In current in fuse rating	50 75 100 125 150 200 250 300 350 400

### ACC Cabinet

AUX voltage	480 400
PLC	Y N

### Fire Supression System

FSS detection method	Heat + smoke Heat + smoke + Vesda
Suppression agent	NOVEC1230 Water Both
Explosion protection	Deflagration panels Venting Both

### HVAC

Tons of cooling	Heating strip
2 X 5	N
2 X 7.5	5 kw
2 X 10	9 kw
2 X 12.5	15 kw
2 X 15	18 kw

Battery model	Rack capacity (kWh)	Max amount of racks – 40 ft	Max capacity (kWh) – 40 ft	Max amount of racks – 45 ft	Max capacity (kWh) – 45 ft
E3	107.8	42	4527.6	46	4958.8
E3 (25 modules)	220.8	21	4636.8	NA	NA
E3L	294.0	21	6174.0	NA	NA
M3 (or M3F)	97.2	42	4082.4	46	4471.2
P3	76.1	30	2283	NA	NA
CATL 1C	304.64	16	4874.24	NA	NA

[wartsila.com](http://wartsila.com)

The information in this document is subject to change without notice and the given data does not carry any contractual value. Wärtsilä assumes no responsibility for any errors that may appear in this document. WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2020 Wärtsilä Corporation.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – XELI719PDRrti007R0	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "FAVARA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	99

### 10.3 BATTERIE INDOOR

---

COMMITTENTE

**X-ELIO+**

PROGETTISTA

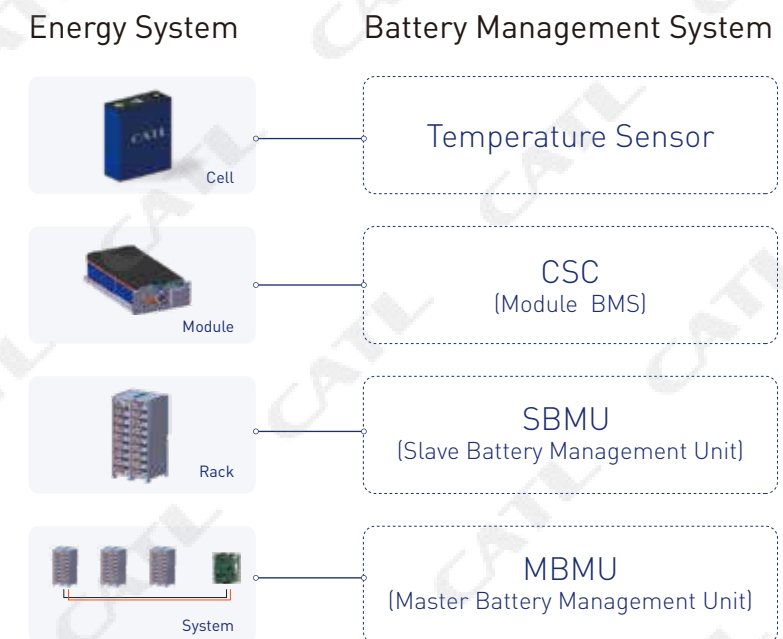
**HE** Hydro  
Engineering



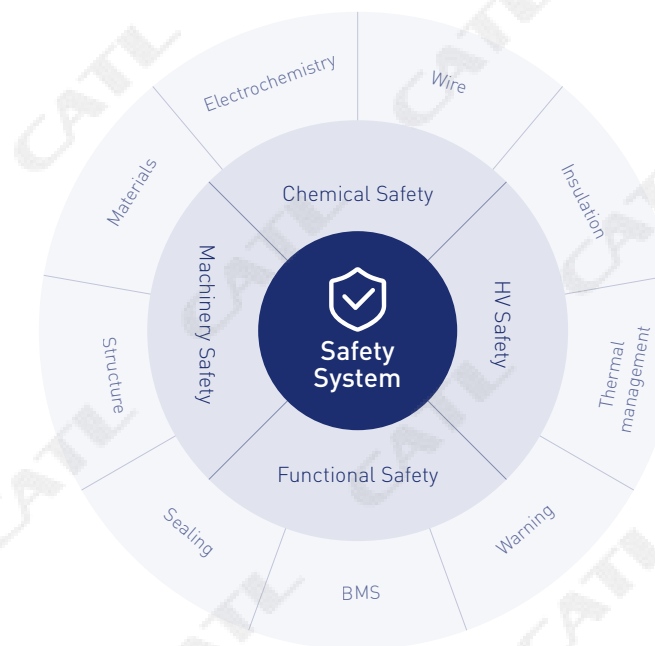
# CATL BESS Product Brochure

CATL-BESS-202009

## CATL BESS Product Structure



## Comprehensive Safety Design



## Safety is CATL's Priority

### Safety Performance

#### UL 9540A Test Summary


- Test condition: no fire protection system
- No propagation to other cells or other modules
- No flaming, flying debris or explosive discharge of gases
- Compliant with NFPA 220 & NFPA 855 requirements

#### Certification




UL 1973 IEC 62477-1 **UL 9540A** IEC 61000-6-2/4 IEC 62619

### Safety is CATL's Priority




**LFP Olivine Structures**


- Stable Chemical Bonds: P-O
- Thermal Runaway: 800 C



MSD Switch




Customized 250kA FUSE compatible with multi rack




**Prismatic Cell**


- Gas release at designed direction
- Prismatic Cell Al Can: no deformation/no leakage service life >20 years



Isolation Switch



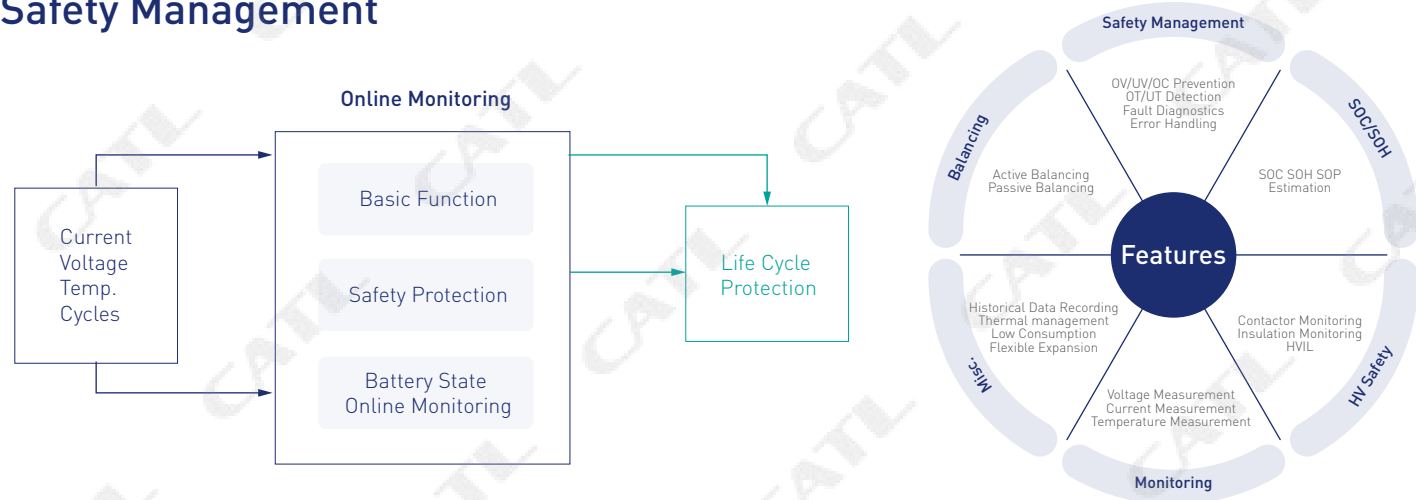
Fast Plug



**Cell Winding**

- Stable & reliable structure after long cycles

### Safety Management



### Air Cooling Solution



**Cell**  
280Ah LFP

Cell Capacity (Ah)	280	
Charge/ Discharge Rate (P)	0.5	1
Cycle Life (@25 C, @70%Ret)	8,000 (0.5P/0.5P)	8,000 (1P/1P)
Dimension (L*W*H) (mm)	173.9*71.7*207.2	



**Air Cooling Rack**

Product Specification	R1720280-E	R1720280-P
Duration (h)	h≥2	1≤h<2
Nominal Capacity (kWh)	304.6	
Dimension (L*W*H)(mm)	1,200*1,000*2,300	
Cooling	Air	



**Air Cooling Module**

Product Specification	M20280-E	M20280-P
Duration (h)	h≥2	1≤h<2
Nominal Capacity (kWh)	17.9	
Dimension (L*W*H)(mm)	950*516*234	
Cooling	Air	

### Comprehensive Test & Certification of Rack



## Liquid Cooling Solution



**Cell**

**280Ah LFP**

Cell Capacity (Ah)	280	
Charge/ Discharge Rate (P)	0.5	1
Cycle Life (@25°C, @70%Ret)	8,000 <small>(0.5P/0.5P)</small>	8,000 <small>(1P/1P)</small>
Dimension (L*W*H) (mm)	173.9*71.7*207.2	



**Liquid Cooling Module**

Product Specification	M52280-E	M52280-P
Duration (h)	h≥2	1≤h<2
Nominal Capacity (kWh)	46.6	
Dimension (L*W*H)(mm)	1,152*810*243.4	
Cooling	Liquid	



**EnerOne**

Product Specification	O852280-E	O852280-P
Duration (h)	h≥2	1≤h<2
Nominal Capacity (kWh)	372.7	
Dimension (L*W*H)(mm)	1,300*1,300*2,280	
Cooling	Outdoor Liquid	



**Indoor Liquid Cooling Rack**

Product Specification	R852280-E	R852280-P
Duration (h)	h≥2	1≤h<2
Nominal Capacity (kWh)	372.7	
Dimension (L*W*H)(mm)	924*1,185*2,329	
Cooling	Indoor Liquid	

### Comprehensive Test & Certification of Rack



UL 9540A



UL 1973



IEC 62619



IEC 62477-1 LVD



IEC 61000-6-2/4 EMC

## CATL Residential Product



**100Ah-4.3U LFP**

Cell Capacity (Ah)	100
Charge/ Discharge Rate (C)	1
Cycle Life (25°C, 0.5C/0.5C, @70%Ret)	6,000
Dimension (L*W*H) (mm)	200.3*33.2*172.2

### Comprehensive Testing & Certification



IEC 62619



JIS 8715-2



UL 1973

**UN38.3**

UN 38.3



SII Crush & Nail



**100Ah-3U LFP**

Cell Capacity (Ah)	100
Charge/ Discharge Rate (C)	1
Cycle Life (25°C, 0.5C/0.5C, @70%Ret)	5,300
Dimension(L*W*H) (mm)	160.0*49.9*116.0

### Comprehensive Testing & Certification



IEC 62619



IEC 62133



UL 1642

**UN38.3**

UN 38.3



Our products are available around the world and proved to run safely as well as efficiently.