

Progetto CELAVIE: il sistema energetico

S. Di Cristofalo*, e-mail: salvatore.dicristofalo@cnr.it

* Energy manager Istituto di Bioscienze e BioRisorse - Consiglio Nazionale delle Ricerche - UOS di Palermo

Abstract

Scopo del presente report tecnico è la presentazione del sistema di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile impiegato per soddisfare il fabbisogno energetico della “cellula per la vita”.

Un impianto fotovoltaico stand-alone è l’unica fonte di energia a cui fanno riferimento per funzionare tutti gli utilizzatori elettrici che compongono la cellula per la vita, allestita presso il centro di sperimentazione del progetto CELAVIE.

Oltre alcune informazioni tecniche sulla strumentazione di monitoraggio è descritta la configurazione scelta, le caratteristiche dei componenti usati e la produzione ottenuta nel corso della sperimentazione.



SOMMARIO

Abstract

- 1. Premessa**
- 2. Introduzione**
- 3. Dimensionamento**
 - 3.1. Analisi dei fabbisogni
 - 3.2. Simulazione
- 4. Impianto fotovoltaico realizzato**
 - 4.1. Componenti
 - 4.2. Sistema di monitoraggio energetico
 - 4.3. Dati di produzione
 - 4.4. Criticità
- 5. Conclusioni**
- 6. Bibliografia**
- 7. Sitografia**

APPENDICE

1. Premessa

Il progetto CELAVIE fa parte del programma di cooperazione transfrontaliera Italia-Tunisia

L'obiettivo principale del progetto CELAVIE è quello di creare una rete sostenibile di collaborazione tra organizzazioni di ricerca che operano in Sicilia e Tunisia.

Il progetto ha previsto la realizzazione di un impianto, una "Cellula per la vita", composta da due sistemi di produzione integrata, per mettere in sinergia l'aspetto della riproduzione delle specie animali acquatiche e quella delle piante, l'ottimizzazione delle risorse idriche e il riutilizzo dei metaboliti prodotti dagli animali per fornire nutrienti alle piante.

Il progetto mette in cooperazione quattro istituti di ricerca e innovazione per la fabbricazione di unità sperimentali di produzione di piantine e avannotti e coinvolge sei altri organismi di supporto agli investimenti (associazioni padronali, ONG, società civile) che beneficeranno del sostegno del programma per promuovere il prodotto di questa cooperazione con le imprese.

Caratteristiche peculiari del progetto sono la modularità, la trasportabilità e l'autonomia energetica della cellula. Per questo ultimo obiettivo si è scelto di impiegare un impianto fotovoltaico stand-alone che si occupasse della copertura totale dei consumi energetici.

2. Introduzione

La crescente pressione esercitata dal cambiamento climatico, dall'urbanizzazione, dall'industrializzazione e dalla crescita della popolazione pone nuove importanti sfide per il settore agricolo. Per contenere le perdite idriche e lo sfruttamento intensivo del suolo, la ricerca sta sperimentando dei sistemi produttivi alternativi tra cui l'acquaponica si sta dimostrando uno dei più promettenti.

L'acquaponica è un sistema produttivo a struttura circolare che combina l'allevamento ittico alla produzione di colture agricole fuori suolo. L'elemento che fa da gancio tra i due sistemi è l'acqua che, dopo essere stata impiegata per l'allevamento dei pesci, viene riciclata come soluzione nutritiva per la coltivazione di specie orticole in idroponica. La simbiosi tra i due sistemi apporta un vantaggio anche in termini ambientali, poiché si riduce l'ammontare di acque reflue immesse nell'ambiente e si contiene l'impiego di sostanze chimiche per la nutrizione delle piante.

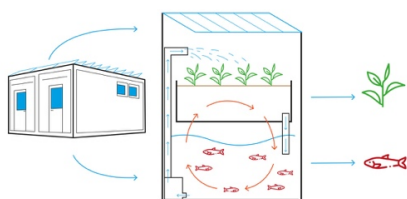


Figura 1

3. Dimensionamento

Il dimensionamento e la progettazione del sistema fotovoltaico scelto per la produzione elettrica è stato affidato al partner privato facente parte del progetto CELAVIE, con il supporto dell'Energy Manager dell'Istituto IBBR del CNR.

3.1. Analisi dei fabbisogni.

Considerato che la sperimentazione è stata prevista su due siti differenti, ovverossia Palermo, in Sicilia e Sfax, in Tunisia, il progetto ha previsto due differenti calcoli in considerazione dei fabbisogni e delle differenti condizioni climatiche e in funzione della superficie disponibile.

La Cellula infatti è dotata di impianti tecnologici atti a garantire un corretto ciclo di produzione di piante e pesci nonché un'adeguata climatizzazione al suo interno, con circolatori per consentire un corretto ricambio d'aria. I climatizzatori saranno del tipo "biocooler" per garantire il corretto rapporto di umidità e temperatura.

Il sistema Vertical Farm è dotato di un impianto di illuminazione a Led con una lunghezza d'onda da 630 a 680 nm per i Led rossi e di 460 nm per i Led blu. Le vasche hanno un impianto di illuminazione dedicato con adeguata illuminazione per i pesci.

I sistemi di monitoraggio dei parametri chimico-fisici e rilevamento guasti/incidenti e il sistema di video monitoraggio funzionano in modo continuo 24h/giorno.

I principali componenti elettrici in dotazione di ogni cellula sono:

- Luci Led per la vertical farm
- Luci Led per le vasche pesci
- Climatizzazione
- Seminatrice con compressore
- Pompe idroponica
- Estrattori
- Germinatoio

Per ognuno di questi si è ipotizzato un periodo di uso giornaliero, suddividendolo anche stagionalmente. Per cui nelle tabelle sotto in sequenza sono mostrati i consumi energetici per le quattro stagioni, sia per la location siciliana, sia per quella tunisina.

In basso la tabella delle coordinate geografiche dei due differenti siti.

SITO	PALERMO	SFAX
Latitude	38.10 °N	34.75 °N
Longitude	13.31 °E	10.75 °E
Altitude	115 m	18 m

Tabella 1

Di seguito, invece, le tabelle del consumo stagionale, sito Palermo.

Summer (Jun-Aug)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	8.0	6400
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				21775Wh/day

Tabella 2

Autumn (Sep-Nov)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	9.0	8424
Led vasche	10	15W/app	9.0	1350
Climatizzazione	2	400W/app	5.0	4000
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				18289Wh/day

Tabella 3

Winter (Dec-Feb)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	8.0	7488
Led vasche	10	15W/app	8.0	1200
Climatizzazione	2	400W/app	8.0	6400
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		8	1920
Estrattori	2	25W tot	4.0	200
germinatoio	1	150W tot	1.5	225
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				18393Wh/day

Tabella 4

Spring (Mar-May)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	4.0	3200
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				18575Wh/day

Tabella 5

Mentre di seguito quello calcolato per il sito di Sfax. Come si può notare il valore differente tra i due fabbisogni è relativo alla climatizzazione che si desidera regolata al valore di temperatura ambiente di

circa 20°C. Questo comporta un consumo nell'anno maggiore di circa 1,6 kWh a Sfax, a causa delle temperature esterne maggiori nelle stagioni calde e intermedie.

Summer (Jun-Aug)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	11.0	8800
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				24175Wh/day

Tabella 6

Autumn (Sep-Nov)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	9.0	8424
Led vasche	10	15W/app	9.0	1350
Climatizzazione	2	400W/app	6.0	4800
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				19089Wh/day

Tabella 7

Winter (Dec-Feb)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	8.0	7488
Led vasche	10	15W/app	8.0	1200
Climatizzazione	2	400W/app	4.0	3200
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		8	1920
Estrattori	2	25W tot	4.0	200
germinatoio	1	150W tot	1.5	225
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				15193Wh/day

Tabella 8

Spring (Mar-May)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	6.0	4800
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				20175Wh/day

Tabella 9

In figure 2 la distribuzione oraria per il consumo del sito Palermo, mentre in figura 3 quella relativa al

sito Sfax. Dal confronto dei due grafici delle due differenti località, non si apprezzano sostanziali differenze.

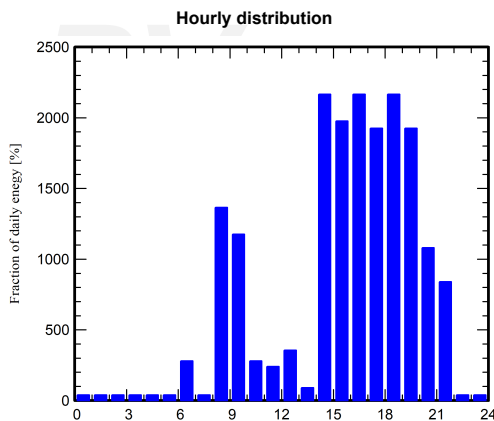


Figura 2 - Palermo

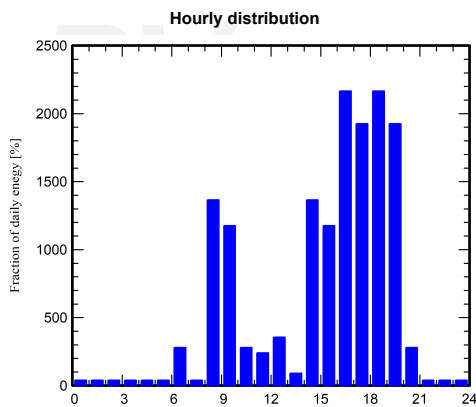


Figura 3 - Sfax

Il consumo medio giornaliero risulta quindi per la località Palermo di 19,3 kWh/day, mentre per Sfax di 19,7 kWh/day.

3.2. Simulazione.

Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico stand-alone è stato condotto dal progettista con l'ausilio del software PVsyst V7.2.8 con cui si sono configurate le caratteristiche principali e il sistema di accumulo integrato.

L'azimut a sud e l'angolo di tilt a 35° sono stati scelti per entrambi i campi fotovoltaici, composti da 18 moduli da 450 Wp ciascuno, 6 Stringhe x 3 in serie, per un totale installato di 8,10 kWp che copre un'area di 39.1 m² circa. E, altresì, il pacco batterie composto da 5 unità con tecnologia a ioni di litio da 48 Volt e 253Ah di capacità, stored energy 10.9 kWh. La stessa configurazione per entrambe i siti conduce a differenti risultati in funzione della latitudine e quindi delle diverse condizioni di irraggiamento del posto.

La figura 4 mostra i risultati della simulazione per l'impianto di Palermo.

System Production

Available Energy	13860 kWh/year
Used Energy	6251 kWh/year
Excess (unused)	6674 kWh/year

Loss of Load

Time Fraction	16.5 %
Missing Energy	781 kWh/year

Normalized productions (per installed kWp)

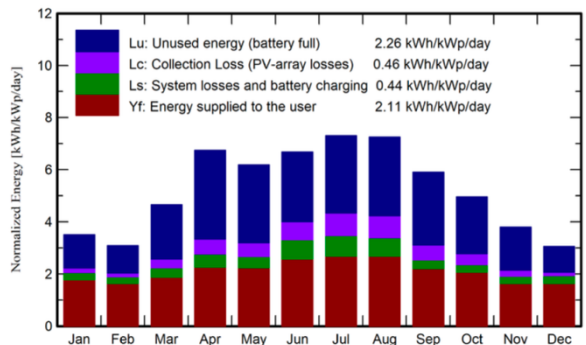


Figura 4

La figura sottostante mostra invece i valori che si ottengono dalla simulazione per l'impianto sito a Sfax.

System Production

Available Energy	16129 kWh/year
Used Energy	7035 kWh/year
Excess (unused)	8019 kWh/year

Loss of Load

Time Fraction	3.1 %
Missing Energy	149 kWh/year

Normalized productions (per installed kWp)

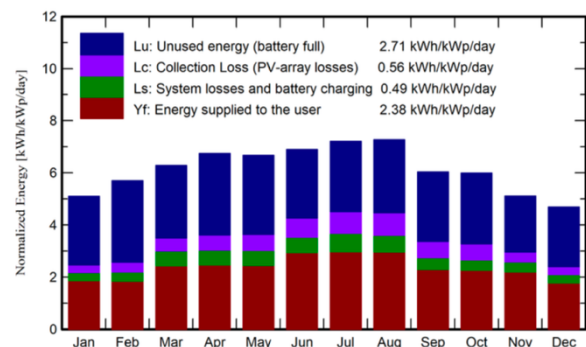


Figura 5

Come era facile prevedere, l'impianto in Tunisia è leggermente più performante di quello in Sicilia per via dell'irraggiamento solare favorevole. Si arriva ad una produzione specifica di 1991 per l'impianto di Sfax, contro i 1711 kWh/kWp/year per quello posto a Palermo. In termini di copertura solare percentuale la simulazione ci restituisce il valore di 97,92% per Sfax, mentre per Palermo 88,89%.

Nelle figure sottostanti i grafici mensili dei livelli di solar fraction e di performance ratio, rispettivamente per Palermo e Sfax.

Specific production 1711 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 40.10 %
 Solar Fraction SF 88.89 %
Battery aging (State of Wear)
 Cycles SOW 94.3 %
 Static SOW 75.4 %

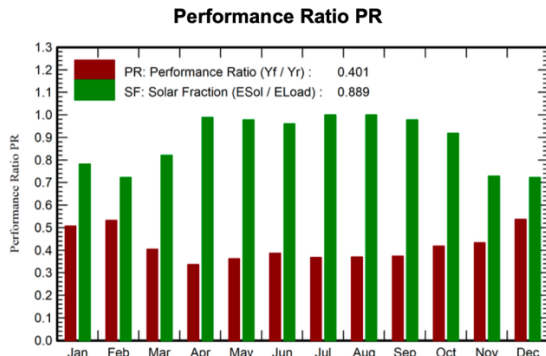


Figura 6

Specific production 1991 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 38.74 %
 Solar Fraction SF 97.92 %
Battery aging (State of Wear)
 Cycles SOW 93.7 %
 Static SOW 75.4 %

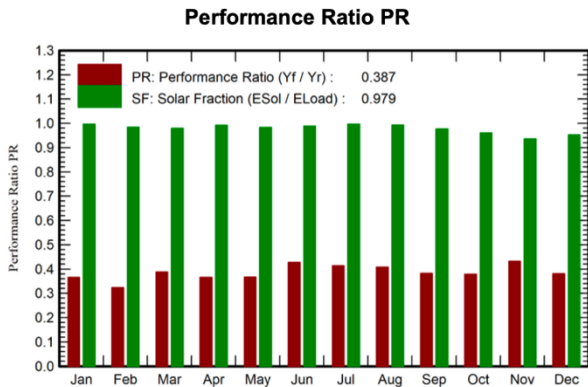


Figura 7

Le tabelle 10 e 11 seguenti, invece, mostrano rispettivamente per il sito di Palermo e poi per quello di Sfax, il dettaglio della simulazione con i valori di irraggiamento sul piano orizzontale, quello effettivo sul piano dei pannelli fotovoltaici, la disponibilità di energia solare tenuto conto dell'efficienza dell'impianto, le perdite, l'energia fornita, il fabbisogno e, altresì, la copertura solare percentuale per ciascun mese.

Balances and main results								
	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUNUSED	E_Miss	E_User	E_Load	SoIFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	66.7	107.3	809	318.5	123.8	446.4	570.2	0.783
February	66.2	84.9	642	237.5	142.9	372.1	515.0	0.723
March	120.0	142.2	1058	523.1	103.1	472.7	575.8	0.821
April	188.1	198.9	1468	826.2	6.7	550.6	557.2	0.988
May	199.4	187.9	1388	748.8	12.7	563.2	575.8	0.978
June	219.7	196.4	1414	648.0	28.1	627.1	653.3	0.960
July	242.2	222.1	1576	743.6	0.0	675.0	675.0	1.000
August	217.0	221.1	1570	757.8	0.0	675.0	675.0	1.000
September	150.3	174.3	1267	676.8	12.3	536.4	548.7	0.978
October	113.3	151.3	1112	546.0	46.3	520.7	567.0	0.918
November	72.9	112.4	845	400.6	148.9	399.7	548.7	0.729
December	58.0	93.4	710	246.9	158.5	411.7	570.2	0.722
Year	1713.8	1892.4	13880	6674.0	781.2	6250.6	7031.9	0.889

Legends
 GlobHor Global horizontal irradiation
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 E_Avail Available Solar Energy
 EUNUSED Unused energy (battery full)
 E_Miss Missing energy
 E_User Energy supplied to the user
 E_Load Energy need of the user (Load)
 SoIFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

Tabella 10

Balances and main results								
	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUNUSED	E_Miss	E_User	E_Load	SoIFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	95.5	156.4	1185	660.0	1.87	469.1	471.0	0.996
February	111.1	157.6	1185	705.7	6.76	418.6	425.4	0.984
March	160.5	191.7	1419	697.2	13.28	612.1	625.4	0.979
April	192.5	199.1	1464	758.7	5.26	600.0	605.3	0.991
May	221.2	203.0	1485	760.6	10.70	614.7	625.4	0.983
June	232.7	202.7	1460	640.1	6.81	716.4	725.3	0.988
July	245.1	218.7	1556	673.8	2.46	747.0	749.4	0.997
August	223.1	221.3	1567	702.4	5.04	744.4	749.4	0.993
September	158.2	178.2	1283	645.4	13.17	559.5	572.7	0.977
October	136.6	183.3	1322	681.7	23.22	568.5	591.8	0.961
November	97.5	151.5	1122	519.5	36.41	536.3	572.7	0.936
December	85.3	143.8	1080	573.9	22.49	448.5	471.0	0.952
Year	1959.2	2207.3	16129	8018.9	149.46	7035.2	7184.7	0.979

Legends
 GlobHor Global horizontal irradiation
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 E_Avail Available Solar Energy
 EUNUSED Unused energy (battery full)
 E_Miss Missing energy
 E_User Energy supplied to the user
 E_Load Energy need of the user (Load)
 SoIFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

Tabella 11

4. Impianto fotovoltaico realizzato

La progettazione esecutiva e l'acquisto dei componenti l'impianto fotovoltaico è stata affidata all'azienda partner del progetto.

È stata effettuata un'indagine di mercato con lo scopo di perseguire il più alto livello di prestazione della Cellula acquaponica, attraverso l'individuazione delle migliori tecnologie disponibili.

I criteri che hanno determinato la scelta dei componenti l'impianto fotovoltaico stand alone con sistema di accumulo, sono basati sui seguenti aspetti:

- Efficienza dei moduli fotovoltaici ad alto rendimento energetico
- Sistema di conversione adatto allo stoccaggio dell'energia prodotta
- Maggiore durata ed efficienza delle batterie agli ioni di litio
- Affidabilità delle case produttrici
- Condizioni di garanzia

4.1. Componenti.

Corrispondenti ai criteri di cui sopra la scelta è ricaduta sui seguenti componenti principali.

N. 18 moduli Fotovoltaici Longi Solar Hi-MO4 monocristallino 450Wp, 144 celle half-cut, 9 bus bar, junction box IP68, connettori MC4, 12 anni di garanzia sul prodotto, 25 anni di garanzia sul rendimento lineare, Efficienza 20.7%, dimensioni 2094x1038x35mm.

N. 2 regolatori di Carica con MPPT tipo Victron SmartSolar MPPT RS 450/100-Tr.

N. 1 Inverter per sistemi in isola 10 kW monofase tipo Victron Quattro 48/10000/140-100/100.

N. 1 Sistema di controllo e monitoraggio per sistemi Victron Color Control GX.

N. 5 Batterie Lito da 2.4 kWh - 50A/48V - DOD 90% completo di Rack.

N. 2 Quadro di protezione e sezionamento in corrente continua DC per campo fotovoltaico - 2 ingressi/2 uscite 600V, centralino IP65 24 moduli, ingresso con connettori MC4, scaricatore, sezionatore, portafusibili con indicatore luminoso, fusibili 12°.

N. 1 Sezionatore per sistema di Accumulo in corrente continua 275°.

Ed ancora, tra i componenti secondari:

- Barra di parallelo 4 poli da 600A con protezione
- Profili di fissaggio in alluminio lunghezza 4.4 m tipo Schletter
- Elemento di giunzione per profili in alluminio tipo Schletter
- Dado flangiato tipo M10 A2
- Morsetto terminale fissaggio moduli FV tipo 30-47 mm per profilo Schletter
- Morsetto centrale fissaggio moduli FV tipo 30-47 mm per profilo Schletter
- Kit triangoli in alluminio Lunghezza 3.2 m tipo Schletter
- Dado di fissaggio per triangoli Schletter
- Vite esagonale per fissaggio triangoli Schletter
- Rondella per fissaggio triangoli Schletter
- Profilo per fissaggio Triangoli tipo Schletter L=700 mm
- Profilo per fissaggio Triangoli tipo Schletter L=338 mm
- Vite esagonale per fissaggio triangoli Schletter
- Cavo di segnale per comunicazione tra regolatore di carica e sistema di monitoraggio Control GX tipo Victron
- Cavo di segnale per comunicazione tra Inverter e sistema di monitoraggio Control GX tipo Victron
- Cavo di segnale per comunicazione tra battery manager e sistema di monitoraggio Control GX tipo Victron
- Kit Cavi di collegamento tra BMS (Battery Manager) e Inverter

Nelle figure 8, 9 e 10 sono mostrati i moduli solari sulla copertura in fase di montaggio. Nella figura 11 abbiamo il sistema di conversione e accumulo dell'energia elettrica, sullo sfondo dell'impianto di acquaponica. Mentre nelle sequenze successive distinguiamo dalla figura 12 alla 16 rispettivamente il

pacco batterie, i quadri di campo, il regolatore di carica, l'inverter e il quadro di controllo per l'accesso al sistema energetico anche da remoto.



Figura 8



Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12



Figura 15

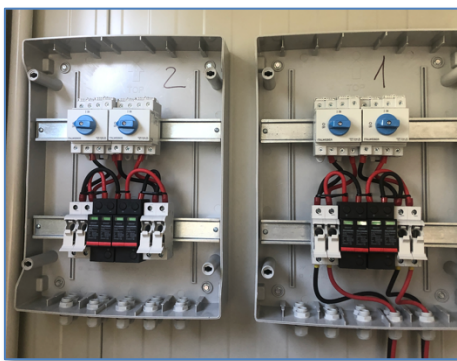


Figura 13



Figura 16



Figura 14

In appendice lo schema elettrico unifilare dell'impianto stand-alone con la disposizione dei moduli fotovoltaici sul tetto della cellula.

4.2. Sistema di monitoraggio energetico

Il sistema di controllo dei flussi energetici dell'impianto fotovoltaico è affidato al Color Control GX dell'azienda Victron, la stessa dell'inverter e del regolatore di carica, il cui sheet tecnico è inserito in appendice.

Al Color Control (CCGX) è connesso l'inverter che oltre a monitorare e controllare i dati localmente, tutte le letture vengono inviate al sito web di monitoraggio remoto gratuito: il portale VRM online.

il CCGX è stato configurato per poter monitorare, controllare, ma anche modificare l'attuale set anche da remoto, via internet.

4.3. Dati di produzione

Per accedere ai dati di produzione solare e consumo il sistema offre un portale online a cui si accede da amministratore dalla seguente schermata.

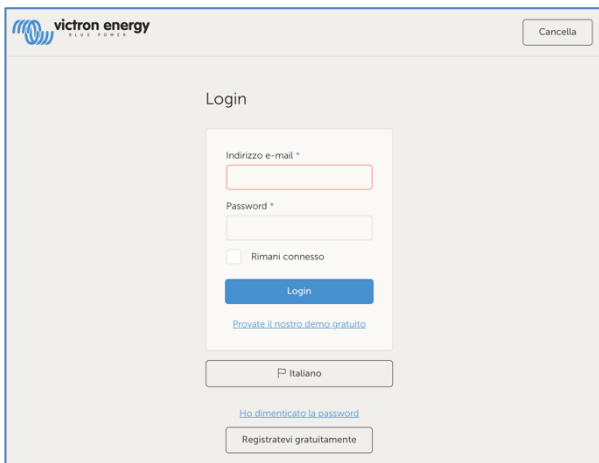


Figura 17

Introdotte le credenziali registrate, la pagina iniziale consente di scegliere l'impianto da consultare. La figura 18 mostra i flussi energetici e i dati dell'impianto CELAVIE argomento di questo rapporto.

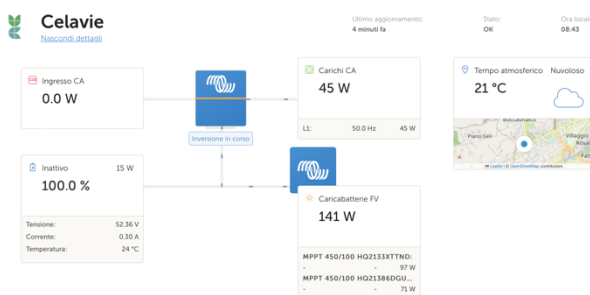


Figura 18

La schermata di esempio è riferita al giorno 1 giugno 2023 ore 08.46, in cui si leggono, oltre la localizzazione dell'impianto e le condizioni meteo, diverse informazioni di produzione di energia e di consumo. In particolare la sezione carichi, la sezione produzione da fotovoltaico, suddivisa per ciascun inverter e, altresì, la carica degli accumulatori. La possibilità di controllo da remoto del funzionamento dell'impianto fotovoltaico permette di verificare eventuali anomalie e intervenire tempestivamente ove possibile.

Lo stesso controllo remoto si può ottenere anche tramite un'App gratuita fornita per sistemi Android e iOS, VictronConnect, mostrata in figura 19.

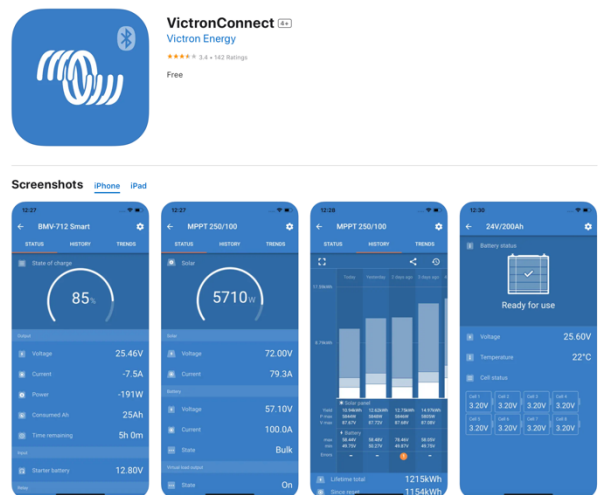


Figura 19

In entrambi gli ambienti si ha la possibilità di selezionare l'arco temporale in cui si desidera vedere sia i dati di produzione, sia quelli di consumo energetico della cellula.

Nella figura sottostante un esempio di consumo giornaliero con i flussi energetici totali avuti dalla batteria e dal solare per coprire il consumo giornaliero della cellula. Si nota come nelle prime ore del mattino, serali e notturne gli accumulatori forniscano il 100% di energia, per poi cedere al solare la copertura del fabbisogno elettrico e ricaricare gli stessi.

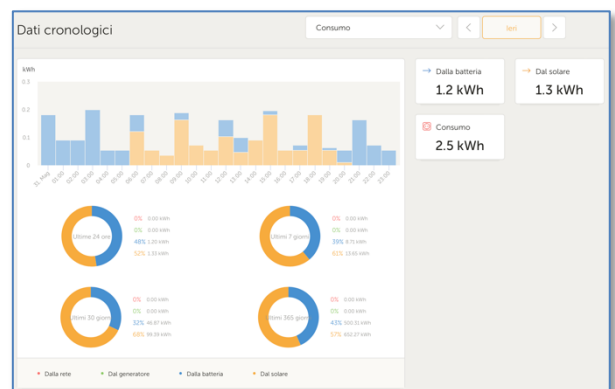


Figura 20

Nella figura 21 è invece mostrato come è suddiviso il flusso energetico proveniente dalla fonte solare, tra la ricarica delle batterie e l'uso diretto per alimentare gli utilizzatori elettrici della cellula, nel corso di un giorno preso ad esempio.

La percentuale di uso diretto solare è bassa rispetto al potenziale che l'impianto ad alta efficienza potrebbe consentire. Ciò è causato da diversi fattori: gli spazi angusti a disposizione presso il campo non hanno consentito una ottimale esposizione verso sud dei pannelli, come da progetto presentato; l'azimut a sud introdotto nel calcolo della simulazione presentata al paragrafo 3.2 di questo rapporto, nella realtà è risultato essere Est-sud-Est;

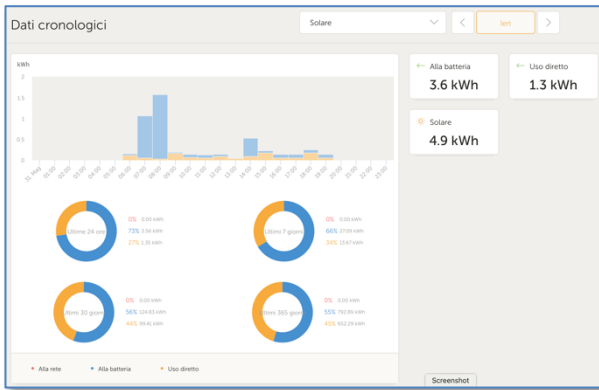


Figura 21

la vegetazione rigogliosa attorno alla cellula e una collina in direzione ovest hanno ridotto il coefficiente di albedo inizialmente posto in simulazione al valore di 0,20; infine le ombre vicine e lontane hanno poi contribuito a diminuire sensibilmente la captazione solare.

La figura sottostante e il grafico successivo mostrano il profilo all'orizzonte con le ombre vicine e lontane tracciato in corrispondenza del sito di installazione.

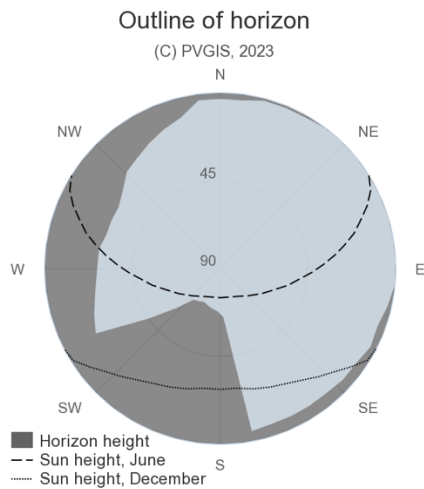


Figura 22

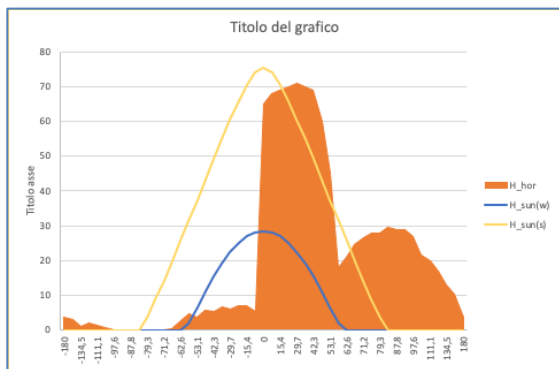


Figura 23

Come si può vedere in inverno la captazione solare dei pannelli è ostacolata fortemente verso la parte di arco solare al tramonto, in particolar modo per la presenza di un albero di alto fusto posto a pochi metri dalla cellula e dalla collina nelle vicinanze.

Dal grafico di figura 24 è palese come nella stagione invernale la massima radiazione solare la si ottiene fino alle ore 10,00, poi decresce rapidamente per annullarsi dopo le 14,00.

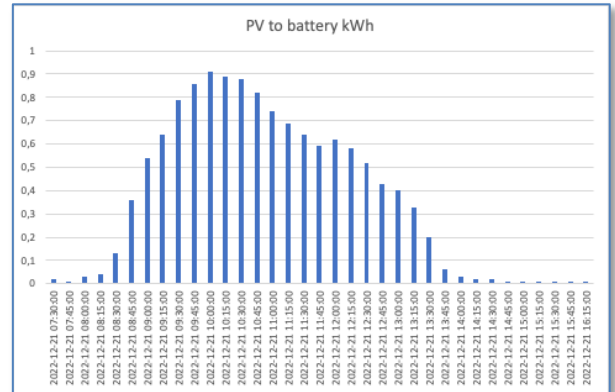


Figura 24

Tutto questo si traduce con una perdita di produzione elettrica nei mesi invernali quando il carico è maggiore.

4.4. Criticità

Le criticità maggiori si sono riscontrate una volta configurati i timer dei vari utilizzatori. Giorno 2 dicembre si è eseguito un test attivando tutti i carichi: climatizzatore al set-point di 18°C, led, pompa di ricircolo acqua, ventilatore per il ricambio aria interna configurati secondo tabella progettista. Come prevedibile le batterie si sono esaurite e la mattina successiva il sistema è stato trovato spento. A questa criticità dovuta alla scarsa captazione solare si è aggiunto il fatto che il sistema non si riarma da solo. Ovvero dal momento che si ricaricano le batterie per l'apporto solare, il sistema trovandosi spento per l'evento precedente, non si riaccende da solo.

Durante weekend o festività tale criticità si è verificata spesso, con alcuni giorni di inattività ovvero, la mancanza di un sistema automatico di riarmo dell'inverter, ha costretto alla presenza di un operatore che, verificato da remoto lo spegnimento del sistema, deve intervenire per la riaccensione manuale.

5. Conclusioni

Se da un canto la scelta del sito di messa in opera della cellula presso il campo sperimentale, messo a disposizione dal partner privato del progetto, ha avuto il vantaggio di essere meglio presidiato, dal punto di vista di esposizione e orientamento non ha soddisfatto le esigenze ottimali.

Considerato che al momento della scrittura di questo report la cellula tunisina da installare in località

Sfax dalla compagine tunisina del progetto, non è ancora stata posizionata, alla luce dell'esperienza italiana, se ne consiglia una ubicazione che non abbia ostacoli vicini e lontani all'orizzonte, tali da inficiare le performance dell'impianto fotovoltaico. Inoltre per una più ampia autonomia di gestione si auspica che il sistema di controllo preveda un riarmo senza intervento di operatore nel caso di spegnimento e necessità di riaccensione del sistema.

6. Bibliografia

- Progetto CNR energy+: il network delle stazioni meteo – S. Di Cristofalo – People ID355483/2016
- Progetto CNR Energy+: metodo di calcolo semplificato per la scomposizione della radiazione solare globale e la stima della produzione da fotovoltaico. - S. Di Cristofalo – People ID356139/2016
- Report on the harmonization and qualification of meteorological data - Bella Espinar, Armines Lucien Wald, Armines Philippe Blanc, Armines Carsten Hoyer-Klick, Dlr Marion Schroedter-Homscheidt, Dlr Thomas Wanderer, Dlr - August 2011
- Acquisizione di dati meteo per l'efficientamento energetico del CNR - Loredana Versienti e Salvatore Di Cristofalo - People ID352767/2016
- Deriving daylight frequency distribution curves from solar radiation data to be used to implement energy saving policies in palermo, italy – A. Fanchiotti, S. Di Cristofalo – 1999
- Estimation of Incident Solar Radiation on Tilted Surface by Different Empirical Models - Abdul Qayoom Jakhrani, Al-Khalid Othman, Andrew R.H. Rigit, Saleem Raza Samo, Shakeel Ahmed Kamboh - 2012

7. Sitografia

- <https://www.projetcelavie.eu>
- <https://www.italietunisie.eu/it/progetti/i-progetti/celavie/>
- www.facebook.com/ProjetCelavie
www.instagram.com/projetcelavie
www.youtube.com/channel/UCWl6ylchvqFVQ5U9eY4ndBg
- <https://vrm.victronenergy.com/installation/237477/embed/db7ebc49>
- https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en

APPENDICE.

Di seguito è inserito l'output della simulazione eseguita con PVGIS-5 inserendo gli input reali di funzionamento dell'impianto fotovoltaico.

A seguire gli sheets tecnici dei principali componenti l'impianto fotovoltaico con sistema di accumulo installato sulla copertura della cellula per la vita.

Projet CELAVIE : système énergétique

S. Di Cristofalo*, e-mail: salvatore.dicristofalo@cnr.it

* Energy manager Istituto di Bioscienze e BioRisorse - Consiglio Nazionale delle Ricerche - UOS di Palermo

Résumé

L'objectif de ce rapport technique est la présentation du système de production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables utilisées pour satisfaire les besoins d'énergie pour la "cellule de vie".

Un système photovoltaïque autonome est la seule source d'énergie à laquelle tous pour faire fonctionner tous les consommateurs électriques qui composent la cellule pour la vie, installée au centre d'expérimentation du projet de la CELAVIE.

En plus de quelques informations techniques sur l'instrumentation de surveillance est la configuration choisie, les caractéristiques des composants utilisés et les résultats obtenus au cours de l'expérimentation.



SOMMAIRE

Résumé

1. Avant-propos

2. Introduction

3. Dimensionnement

3.1. Analyse des besoins

3.2. Simulation

4. Système photovoltaïque réalisé

4.1. Composants

4.2. Système de contrôle de l'énergie

4.3. Données de production

4.4. Problèmes critiques

5. Conclusions

6. Bibliographie

7. Sitographie

ANNEXE

1. Avant-propos

Le projet CELAVIE s'inscrit dans le cadre du programme de coopération transfrontalière Italie-Tunisie.

L'objectif principal du projet CELAVIE est de créer une collaboration durable entre organismes de recherche opérant en Sicile et en Tunisie.

Le projet prévoyait la réalisation d'une plante, une "Cellule pour la vie", composée de deux systèmes de production intégrés, pour mettre en synergie l'aspect reproduction des espèces animales aquatiques et celle des plantes, l'optimisation des ressources en eau et la réutilisation des métabolites produits par les animaux pour fournir des nutriments aux plantes.

Le projet rassemble quatre instituts de recherche et d'innovation pour la fabrication d'unités de production expérimentales de semis et d'alevins et implique six autres organisations de soutien à l'investissement (associations d'employeurs, ONG, société civile) qui bénéficieront du soutien du programme de promotion du produit de cette coopération avec les entreprises.

Les caractéristiques particulières du projet sont la modularité, la transportabilité et l'autonomie énergétique. Pour ce dernier objectif, il a été décidé de d'utiliser un système photovoltaïque autonome pour couvrir la consommation totale d'énergie.

2. Introduction

La pression croissante exercée par le changement climatique, l'urbanisation, l'industrialisation et la croissance démographique pose de nouveaux défis majeurs au secteur agricole. Pour limiter les pertes d'eau et l'utilisation intensive des terres, la recherche expérimente des systèmes de production alternatifs, dont l'aquaponie s'avère être l'un des plus prometteurs.

L'aquaponie est un système de production à structure circulaire qui combine l'élevage de poissons et la production de cultures agricoles en surface. L'élément de liaison entre les deux systèmes est l'eau qui, après avoir été utilisée pour la pisciculture, est recyclée comme solution nutritive pour la culture d'espèces horticoles en hydroponie. La symbiose entre les deux systèmes est également bénéfique pour l'environnement, car elle permet de réduire la quantité d'eaux usées rejetées dans la nature ainsi que l'utilisation de produits chimiques pour la nutrition des plantes.

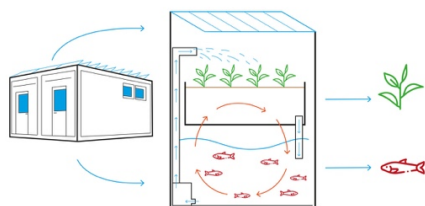


Figure 25

3. Dimensionnement

Le dimensionnement et la conception du système photovoltaïque choisi pour la production d'électricité ont été confiés au partenaire privé du projet CELAVIE, avec l'appui du Responsable Energie de l'Institut IBBR de la CNR.

3.1. Analyse des besoins.

Etant donné que l'expérimentation était prévue sur deux sites différents, à savoir Palerme, en Sicile et Sfax, en Tunisie, le projet prévoyait deux calculs différents en considération des besoins et des différentes conditions climatiques et en fonction de la surface disponible.

En effet, la Cellule est équipée de systèmes technologiques qui garantissent un cycle de production correct des plantes et des poissons, ainsi qu'une climatisation adéquate à l'intérieur, avec des circulateurs pour permettre un échange d'air adéquat. Les climatiseurs seront du type "biocooler" afin de garantir un rapport correct entre l'humidité et la température.

La ferme verticale est équipée d'un système d'éclairage à LED d'une longueur d'onde de 630 à 680 nm pour les LED rouges et de 460 nm pour les LED bleues. Les réservoirs sont dotés d'un système d'éclairage dédié, avec un éclairage adéquat pour les poissons.

Les systèmes de surveillance des paramètres chimiques/physiques et de détection des défauts/incidents, ainsi que le système de surveillance vidéo, fonctionnent en continu 24 heures sur 24.

Les principaux composants électriques de chaque cellule sont les suivants:

- Éclairage à diodes pour la ferme verticale
- Lampes à Led pour aquariums
- Climatisation
- Semoir avec compresseur
- Pompes hydroponiques
- Extracteurs
- Germinateur

Pour chacun d'entre eux, une période d'utilisation quotidienne a été supposée, subdivisée également en fonction des saisons. Ainsi, les tableaux ci-dessous montrent la consommation d'énergie pour les quatre saisons pour les sites sicilien et tunisien.

Vous trouverez ci-dessous un tableau des coordonnées géographiques des deux sites différents.

SITO	PALERMO	SFAX
Latitude	38.10 °N	34.75 °N
Longitude	13.31 °E	10.75 °E
Altitude	115 m	18 m

Tableau 12

Voici les tableaux de consommation saisonnière, site de Palerme.

Summer (Jun-Aug)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	8.0	6400
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				21775Wh/day

Tableau 2

Autumn (Sep-Nov)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	9.0	8424
Led vasche	10	15W/app	9.0	1350
Climatizzazione	2	400W/app	5.0	4000
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				18289Wh/day

Tableau 13

Winter (Dec-Feb)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	8.0	7488
Led vasche	10	15W/app	8.0	1200
Climatizzazione	2	400W/app	8.0	6400
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		8	1920
Estrattori	2	25W tot	4.0	200
germinatoio	1	150W tot	1.5	225
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				18393Wh/day

Tableau 14

Spring (Mar-May)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	4.0	3200
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				18575Wh/day

Tableau 15

Tandis que ci-dessous est celle calculée pour le site de Sfax. Comme on peut le voir, la différence de valeur entre les deux exigences est liée à la climatisation qui

doit être régulée à une température ambiante de 20°C environ. Cela se traduit par une consommation annuelle plus élevée d'environ 1,6 kWh à Sfax, en raison des températures extérieures plus élevées pendant les saisons chaudes et intermédiaires.

Summer (Jun-Aug)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	11.0	8800
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				24175Wh/day

Tableau 16

Autumn (Sep-Nov)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	9.0	8424
Led vasche	10	15W/app	9.0	1350
Climatizzazione	2	400W/app	6.0	4800
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				19089Wh/day

Tableau 17

Winter (Dec-Feb)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	8.0	7488
Led vasche	10	15W/app	8.0	1200
Climatizzazione	2	400W/app	4.0	3200
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		8	1920
Estrattori	2	25W tot	4.0	200
germinatoio	1	150W tot	1.5	225
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				15193Wh/day

Tableau 18

Spring (Mar-May)

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Led Vertical farm	36	26W/lamp	10.0	9360
Led vasche	10	15W/app	10.0	1500
Climatizzazione	2	400W/app	6.0	4800
Seminatrice (compressore)	1		24	240
Pompe idroponica	2		12	2880
Estrattori	2	25W tot	6.0	300
germinatoio	1	150W tot	2.5	375
Consumo stand-by			24.0	720
Total daily energy				20175Wh/day

Tableau 19

La figure 2 montre la distribution horaire de la consommation sur le site de Palerme, tandis que la figure 3 montre celle du site de Sfax. La comparaison des deux graphiques pour les deux sites différents ne révèle pas de différences substantielles.

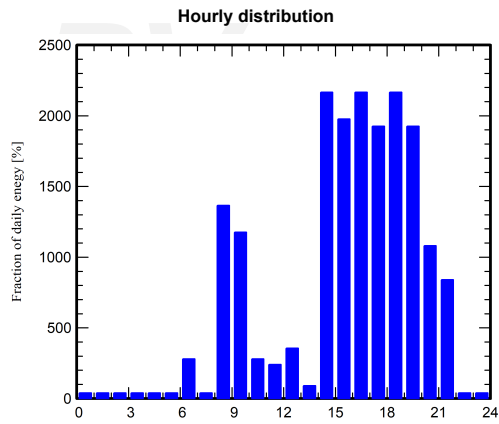


Figure 26 - Palermo

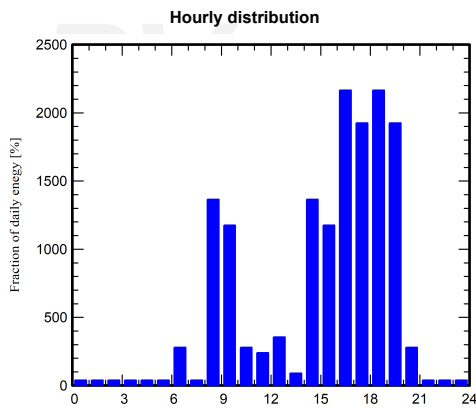


Figure 3 - Sfax

La consommation moyenne journalière est donc de 19,3 kWh/jour pour Palerme et de 19,7 kWh/jour pour Sfax.

3.2. Simulation.

Le dimensionnement du système photovoltaïque autonome a été réalisé par le concepteur à l'aide du logiciel PVsyst V7.2.8, qui a permis de configurer les principales caractéristiques et le système de stockage intégré.

L'azimut sud et l'angle d'inclinaison de 35° ont été choisis pour les deux réseaux photovoltaïques, composés de 18 modules de 450 Wp chacun, 6 Strings x 3 en série, pour un total installé de 8,10 kWp couvrant une surface d'environ 39,1 m². Et, également, le pack de batteries composé de 5 unités avec la technologie lithium-ion de 48 volts et une capacité de 253Ah, stockant une énergie de 10,9 kWh. La même configuration pour les deux sites conduit à des résultats différents en fonction de la latitude et donc des différentes conditions d'irradiation du site.

La figure 4 montre les résultats de la simulation pour la centrale de Palerme.

System Production

Available Energy	13860 kWh/year
Used Energy	6251 kWh/year
Excess (unused)	6674 kWh/year
Loss of Load	
Time Fraction	16.5 %
Missing Energy	781 kWh/year

Normalized productions (per installed kWp)

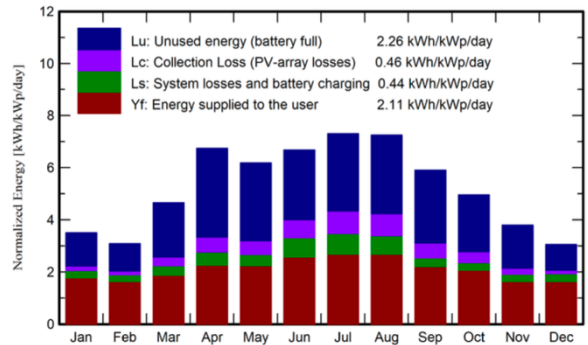


Figure 4

La figure ci-dessous montre les valeurs obtenues à partir de la simulation pour l'usine située à Sfax.

System Production

Available Energy	16129 kWh/year
Used Energy	7035 kWh/year
Excess (unused)	8019 kWh/year
Loss of Load	
Time Fraction	3.1 %
Missing Energy	149 kWh/year

Normalized productions (per installed kWp)

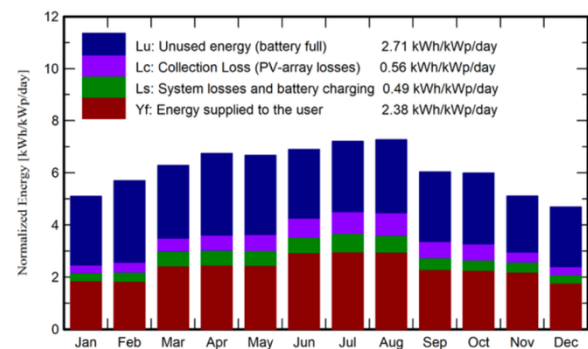


Figure 5

Comme il était facile de le prévoir, la centrale de Tunisie est légèrement plus performante que celle de Sicile en raison du rayonnement solaire favorable. On arrive à une production spécifique de 1991 pour la centrale de Sfax, contre 1711 kWh/kWp/an pour celle de Palerme. En termes de pourcentage de couverture solaire, la simulation donne une valeur de 97,92% pour Sfax et 88,89% pour Palerme.

Dans les figures ci-dessous, les graphiques mensuels de la fraction solaire et des niveaux de rendement pour Palerme et Sfax, respectivement.

Specific production 1711 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 40.10 %
 Solar Fraction SF 88.89 %
Battery aging (State of Wear)
 Cycles SOW 94.3 %
 Static SOW 75.4 %

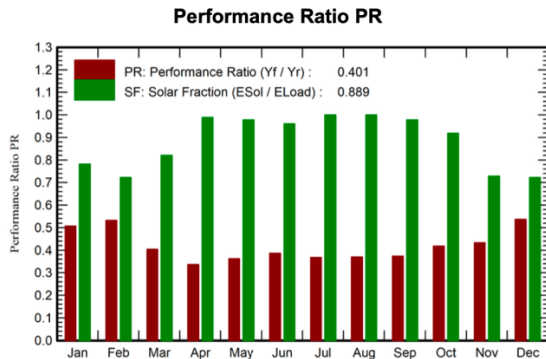


Figure 6

Specific production 1991 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 38.74 %
 Solar Fraction SF 97.92 %
Battery aging (State of Wear)
 Cycles SOW 93.7 %
 Static SOW 75.4 %

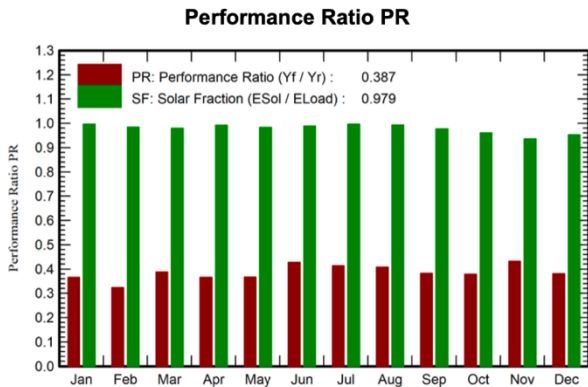


Figure 7

Les tableaux 10 et 11 ci-dessous, par contre, montrent pour le site de Palerme et ensuite pour le site de Sfax, respectivement, les détails de la simulation avec les valeurs d'irradiation sur le plan horizontal, l'irradiation réelle sur le plan des panneaux photovoltaïques, la disponibilité de l'énergie solaire en tenant compte de l'efficacité du système, les pertes, l'énergie fournie, les besoins et aussi le pourcentage de couverture solaire pour chaque mois.

Balances and main results								
	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUused	E_Miss	E_User	E_Load	SoIFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	66.7	107.3	809	318.5	123.8	446.4	570.2	0.783
February	66.2	84.9	642	237.5	142.9	372.1	515.0	0.723
March	120.0	142.2	1058	523.1	103.1	472.7	575.8	0.821
April	188.1	198.9	1468	826.2	6.7	550.6	557.2	0.988
May	199.4	187.9	1388	748.8	12.7	563.2	575.8	0.978
June	219.7	196.4	1414	648.0	28.1	627.1	653.3	0.960
July	242.2	222.1	1576	743.6	0.0	675.0	675.0	1.000
August	217.0	221.1	1570	757.8	0.0	675.0	675.0	1.000
September	150.3	174.3	1267	676.8	12.3	536.4	548.7	0.978
October	113.3	151.3	1112	546.0	46.3	520.7	567.0	0.918
November	72.9	112.4	845	400.6	148.9	399.7	548.7	0.729
December	58.0	93.4	710	246.9	158.5	411.7	570.2	0.722
Year	1713.8	1892.4	13860	6674.0	781.2	6250.6	7031.9	0.889

Legends
 GlobHor Global horizontal irradiation
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 E_Avail Available Solar Energy
 EUused Unused energy (battery full)
 E_Miss Missing energy
 E_User Energy supplied to the user
 E_Load Energy need of the user (Load)
 SoIFrac Solar fraction (EUused / ELoad)

Tableau 20

Balances and main results								
	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUused	E_Miss	E_User	E_Load	SoIFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	95.5	156.4	1185	660.0	1.87	469.1	471.0	0.996
February	111.1	157.6	1185	705.7	6.76	418.6	425.4	0.984
March	160.5	191.7	1419	697.2	13.28	612.1	625.4	0.979
April	192.5	199.1	1464	758.7	5.26	600.0	605.3	0.991
May	221.2	203.0	1485	760.6	10.70	614.7	625.4	0.983
June	232.7	202.7	1460	640.1	6.81	716.4	725.3	0.988
July	245.1	216.7	1556	673.8	2.46	747.0	749.4	0.997
August	223.1	221.3	1567	702.4	5.04	744.4	749.4	0.993
September	158.2	178.2	1283	645.4	13.17	559.5	572.7	0.977
October	136.6	183.3	1322	681.7	23.22	568.5	591.8	0.961
November	97.5	151.5	1122	519.5	36.41	536.3	572.7	0.936
December	85.3	143.8	1080	573.9	22.49	448.5	471.0	0.952
Year	1959.2	2207.3	16129	8018.9	149.46	7035.2	7184.7	0.979

Legends
 GlobHor Global horizontal irradiation
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 E_Avail Available Solar Energy
 EUused Unused energy (battery full)
 E_Miss Missing energy
 E_User Energy supplied to the user
 E_Load Energy need of the user (Load)
 SoIFrac Solar fraction (EUused / ELoad)

Tableau 21

4. Système photovoltaïque réalisé

La conception exécutive et l'achat des composants du système photovoltaïque ont été confiés à l'entreprise partenaire du projet.

Une étude de marché a été réalisée dans le but d'atteindre le plus haut niveau de performance de la cellule aquaponique en identifiant les meilleures technologies disponibles.

Les critères qui ont déterminé le choix des composants du système photovoltaïque autonome avec système de stockage étaient basés sur les aspects suivants:

- Efficacité énergétique des modules photovoltaïques
- Système de conversion adapté au stockage de l'énergie produite
- Durée de vie et efficacité accrues des batteries lithium-ion
- Fiabilité des fabricants
- Conditions de garantie

4.1. Composants.

En fonction des critères ci-dessus, le choix s'est porté sur les principaux composants suivants

N. 18 Modules photovoltaïques Longi Solar Hi-MO4 monocristallins de 450Wp, 144 cellules semi-découpées, 9 barres de bus, boîte de jonction IP68, connecteurs MC4, garantie produit de 12 ans, garantie de performance linéaire de 25 ans, rendement de 20,7%, dimensions 2094x1038x35mm.

N. 2 Régulateurs de charge avec MPPT type Victron SmartSolar MPPT RS 450/100-Tr.

N. 1 Onduleur pour systèmes autonomes 10 kW monophasé type Victron Quattro 48/10000/140-100/100.

N. 1 Système de contrôle et de surveillance pour les systèmes Victron Color Control GX.

N. 5 Batteries au lithium 2,4 kWh - 50A/48V - DOD 90% complètes avec Rack.

N. 2 Tableau de protection et de déconnexion DC pour champ photovoltaïque - 2 entrées/2 sorties 600V, tableau IP65 24 modules, entrée avec connecteurs MC4, parafoudre, sectionneur, porte-fusible avec indicateur lumineux, fusibles 12°.

No. 1 Déconnecteur pour système de stockage CC 275°.

En outre, parmi les composants secondaires:

- Barre parallèle 4 pôles 600A avec protection
- Profilés de fixation en aluminium longueur 4,4 m type Schletter
- Élément de connexion pour profilés en aluminium type Schletter
- Ecrou à bride type M10 A2
- Bride d'extrémité pour fixation de module PV type 30-47 mm pour profilé Schletter
- Collier de serrage intermédiaire Collier de serrage pour module PV type 30-47 mm pour profilé Schletter
- Set de triangles en aluminium longueur 3,2 m type Schletter
- Ecrou de fixation pour triangles Schletter
- Vis hexagonale pour triangles de fixation Schletter
- Rondelle pour la fixation des triangles Schletter
- Profil de montage pour triangles Schletter L=700 mm
- Profil de montage pour triangles Schletter L=338 mm
- Vis hexagonale pour la fixation des triangles Schletter
- Câble de signal pour la communication entre le régulateur de charge et le système de surveillance Control GX type Victron
- Câble de signal pour la communication entre l'onduleur et le système de surveillance Control GX type Victron
- Câble de signal pour la communication entre le gestionnaire de batterie et le système de surveillance Control GX type Victron
- Kit de câble de connexion entre le BMS (Battery Manager) et l'onduleur

Les figures 8, 9 et 10 montrent l'installation des modules solaires sur le toit. La figure 11 montre le système de conversion et de stockage de l'énergie électrique et, en arrière-plan, le système aquaponique.

Dans les séquences suivantes, nous distinguons, de la figure 12 à la figure 16, respectivement le bloc-batterie, l'appareillage de terrain, le régulateur de charge, l'onduleur et le panneau de commande pour l'accès à distance au système énergétique.



Figure 8



Figure 9



Figure 27



Figure 28



Figure 292



Figure 325

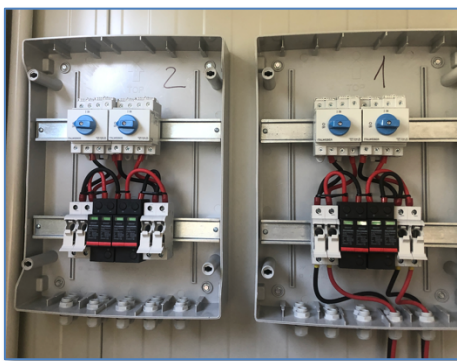


Figure 303



Figure 336



Figure 314

Vous trouverez ci-joint le schéma électrique unifilaire du système autonome avec la disposition des modules photovoltaïques sur le toit de la cellule.

4.2. Système de contrôle de l'énergie

Le système de contrôle des flux d'énergie de la centrale photovoltaïque est confié au Color Control GX de la société Victron, le même que l'onduleur et le régulateur de charge, dont la fiche technique est incluse dans l'annexe.

L'onduleur est connecté au Color Control (CCGX), qui non seulement surveille et contrôle les données localement, mais envoie également tous les relevés au site Web gratuit de surveillance à distance : le portail en ligne VRM.

Le CCGX a été configuré de manière à pouvoir surveiller, contrôler et modifier le réglage actuel à distance, via Internet.

4.3. Données de production

Pour accéder aux données de production et de consommation solaires, le système propose un portail en ligne auquel l'administrateur peut accéder à partir de l'écran suivant.

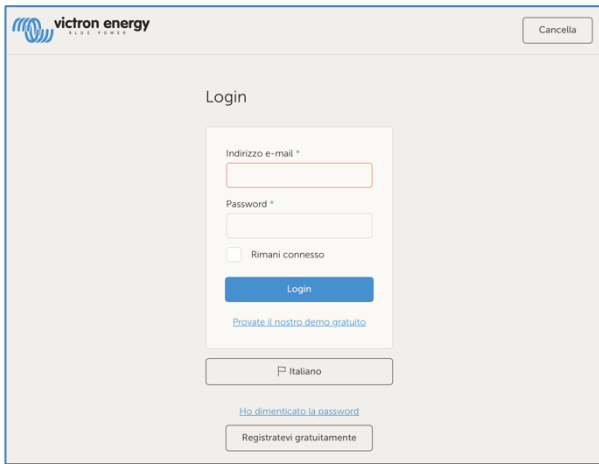


Figure 347

Une fois les informations d'identification saisies, la page d'accueil permet de choisir l'installation à consulter. La figure 18 montre les flux d'énergie et les données de la centrale de CELAVIE couverte par ce rapport.

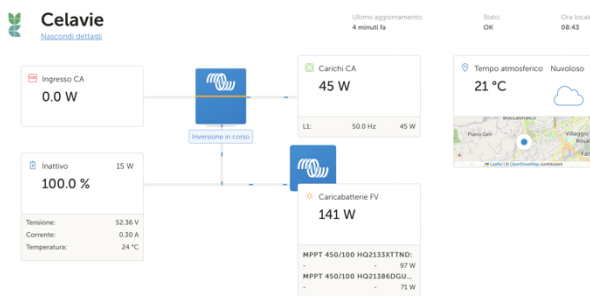


Figure 35

L'exemple de capture d'écran se réfère à la journée du 1er juin 2023 à 08h46, dans laquelle, en plus de la localisation de l'installation et des conditions météorologiques, on peut lire diverses informations sur la production et la consommation d'énergie. En particulier, la section de charge, la section de production photovoltaïque, ventilée pour chaque onduleur, ainsi que la charge de la batterie. La possibilité de contrôler à distance le fonctionnement de l'installation photovoltaïque permet de vérifier les anomalies et d'intervenir rapidement si possible.

Le même contrôle à distance peut également être réalisé via une application gratuite fournie pour les systèmes Android et iOS, VictronConnect, illustrée à la figure 19.

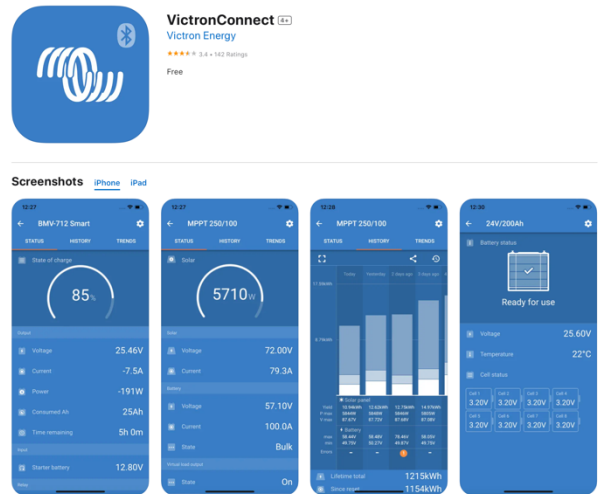


Figure 369

Dans les deux environnements, vous avez la possibilité de sélectionner la période pour laquelle vous souhaitez voir les données de production et de consommation d'énergie de la cellule.

La figure ci-dessous présente un exemple de consommation journalière avec les flux d'énergie totaux provenant de la batterie et de l'énergie solaire pour couvrir la consommation journalière de la cellule. On peut voir que tôt le matin, le soir et la nuit, les accumulateurs fournissent 100 % de l'énergie, puis cèdent la place au soleil pour couvrir les besoins électriques et recharger les accumulateurs.

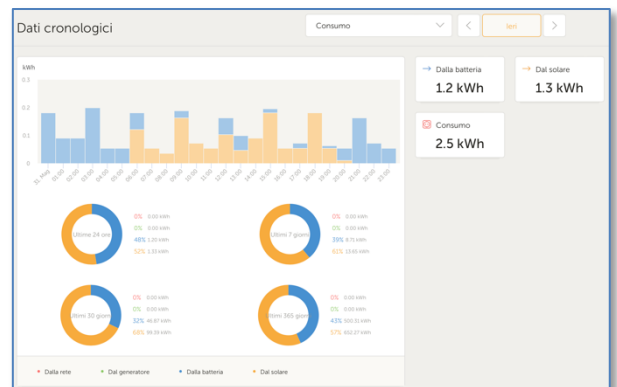


Figure 37

La figure 21, quant à elle, montre comment le flux d'énergie provenant de la source solaire est réparti entre la recharge des batteries et l'utilisation directe pour alimenter les consommateurs électriques de la cellule, au cours d'une journée donnée en exemple.

Le pourcentage d'utilisation directe de l'énergie solaire est faible par rapport au potentiel que le système à haut rendement pourrait permettre. Ceci est dû à plusieurs facteurs : l'exiguïté du camp n'a pas permis une exposition optimale des panneaux vers le sud, conformément à la conception présentée ; l'azimut sud introduit dans le calcul de simulation présenté dans la section 3.2 de ce rapport, s'est avéré en réalité être Est-Sud-Est;

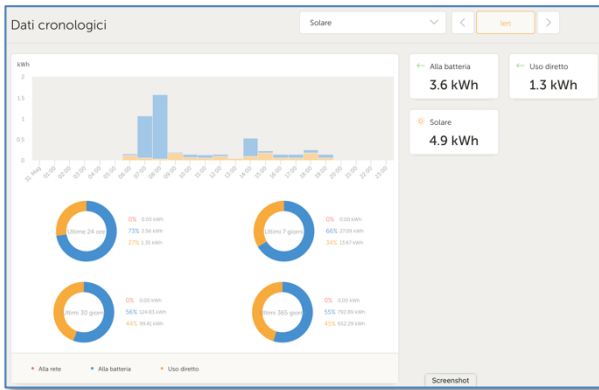


Figure 38

La végétation luxuriante autour de la cellule et une colline à l'ouest ont réduit le coefficient d'albédo initialement fixé dans la simulation à une valeur de 0,20 ; enfin, les ombres proches et lointaines ont ensuite contribué à une diminution significative des apports solaires.

La figure ci-dessous et le graphique suivant montrent le profil à l'horizon avec les ombres proches et lointaines dessinées sur le site d'installation.

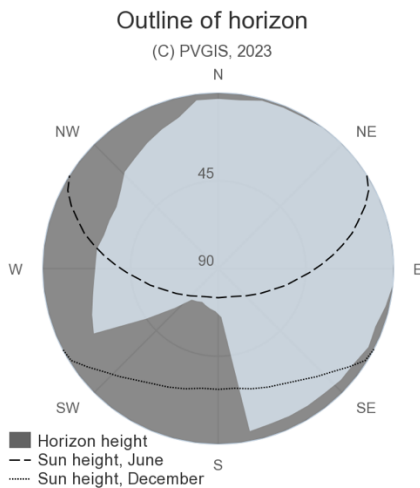


Figure 39

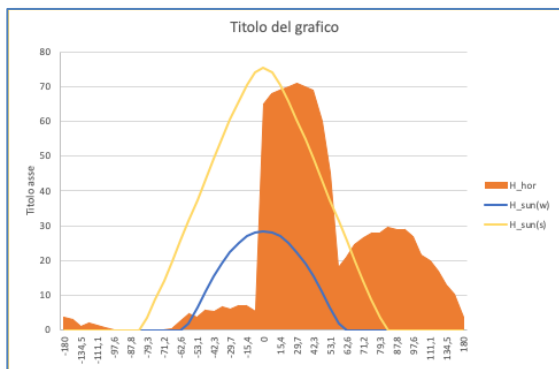


Figure 40

Comme on peut le voir, en hiver, l'absorption solaire des panneaux est fortement entravée vers la partie crépusculaire de l'arc solaire, notamment en raison de la présence d'un grand arbre situé à quelques mètres de la cellule et de la colline voisine.

Le graphique de la figure 24 montre clairement qu'en hiver, le rayonnement solaire maximal est obtenu jusqu'à 10h00, puis il diminue rapidement pour disparaître après 14h00.

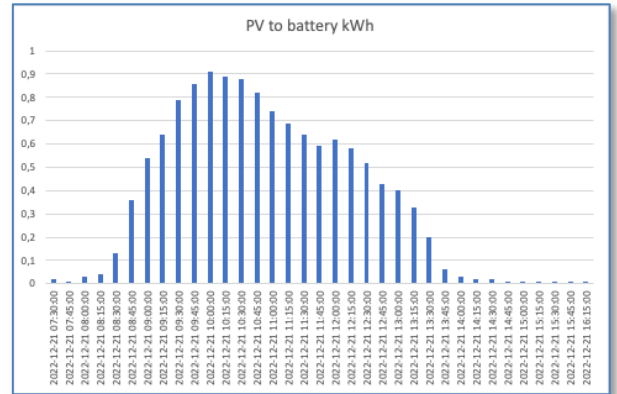


Figure 41

Il en résulte une perte de production d'électricité pendant les mois d'hiver, lorsque la charge est la plus élevée.

4.4. Problèmes critiques

Les problèmes les plus critiques ont été détectés une fois que les minuteries des différents utilisateurs ont été configurées. Le 2 décembre, un test a été effectué en activant toutes les charges : climatiseur au point de consigne de 18°C, LED, pompe de recirculation de l'eau, ventilateur de renouvellement de l'air intérieur configuré selon le tableau du concepteur. Comme prévu, les batteries se sont épuisées et le lendemain matin, le système était éteint. À cette criticité due à un faible apport solaire s'ajoutait le fait que le système ne se réinitialise pas. En d'autres termes, à partir du moment où les batteries sont rechargées pour l'apport solaire, le système, éteint pour l'événement précédent, ne se rallume pas.

Pendant les week-ends ou les vacances, cette criticité s'est souvent produite, avec quelques jours d'inactivité, c'est-à-dire que l'absence d'un système de réinitialisation automatique de l'onduleur a obligé la présence d'un opérateur qui, après avoir vérifié à distance l'arrêt du système, doit intervenir pour le réactiver manuellement.

5. Conclusions

Si le choix du site d'installation de la cellule au champ expérimental, mis à disposition par le partenaire privé du projet, avait l'avantage d'être mieux doté en personnel, du point de vue de l'exposition et de l'orientation, il ne répondait pas aux exigences optimales.

Considérant qu'au moment de la rédaction de ce rapport la cellule tunisienne qui sera installée à Sfax par le partenaire tunisien du projet, n'a pas encore été positionnée, à la lumière de l'expérience italienne, nous recommandons un emplacement qui ne présente pas d'obstacles proches et lointains à l'horizon, de nature à affecter les performances du système photovoltaïque. En outre, pour une plus grande autonomie de gestion, il est souhaitable que le système de contrôle prévoie une réinitialisation sans intervention de l'opérateur en cas d'arrêt et de nécessité de redémarrer le système.

6. Bibliographie

- Progetto CNR energy+: il network delle stazioni meteo – S. Di Cristofalo – People ID355483/2016
 - ProgettoCNR Energy+: metodo di calcolo semplificato per la scomposizione della radiazione solare globale e la stima della produzione da fotovoltaico. - S. Di Cristofalo – People ID356139/2016
 - Report on the harmonization and qualification of meteorological data - Bella Espinar, Armines Lucien Wald, Armines Philippe Blanc, Armines Carsten Hoyer-Klick, Dlr Marion Schroedter-Homscheidt, Dlr Thomas Wanderer, Dlr - August 2011
 - Acquisizione di dati meteo per l'efficientamento energetico del CNR - Loredana Versienti e Salvatore Di Cristofalo - People ID352767/2016
 - Deriving daylight frequency distribution curves from solar radiation data to be used to implement energy saving policies in palermo, italy – A. Fanchiotti, S. Di Cristofalo – 1999
- Estimation of Incident Solar Radiation on Tilted Surface by Different Empirical Models - Abdul Qayoom Jakhrani, Al-Khalid Othman, Andrew R.H. Rigit, Saleem Raza Samo, Shakeel Ahmed Kamboh - 2012

7. Sitographie

- <https://www.projetcelavie.eu>
- <https://www.italietunisie.eu/it/progetti/i-progetti/celavie/>
- www.facebook.com/ProjetCelavie
www.instagram.com/projetcelavie
www.youtube.com/channel/UCWl6ylchvqFVQ5U9eY4ndBg
- <https://vrm.victronenergy.com/installation/237477/embed/db7ebc49>
- https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en

ANNEXE.

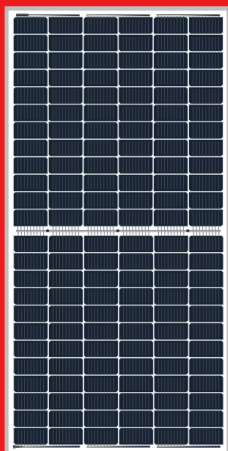
Vous trouverez ci-dessous le résultat de la simulation réalisée avec PVGIS-5 en entrant les données d'exploitation réelles du système photovoltaïque.

Il est suivi des fiches techniques des principaux composants du système photovoltaïque avec un système de stockage installé sur le toit de la cellule pour la durée de vie.

LR4-72HPH 425~455M

Hi-MO 4m

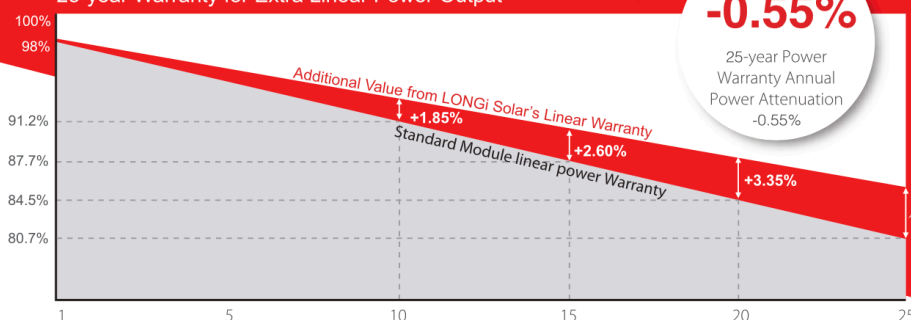
NEW



*Both 6BB & 9BB are available

**High Efficiency
Low LID Mono PERC with
Half-cut Technology**

12-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output



+4.10%

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and tests.
LONGi Solar reserves the right of interpretation.

Positive power tolerance (0 ~ +5W) guaranteed

High module conversion efficiency (up to 20.9%)

Slower power degradation enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%, 0.55% year 2-25

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

LONGi

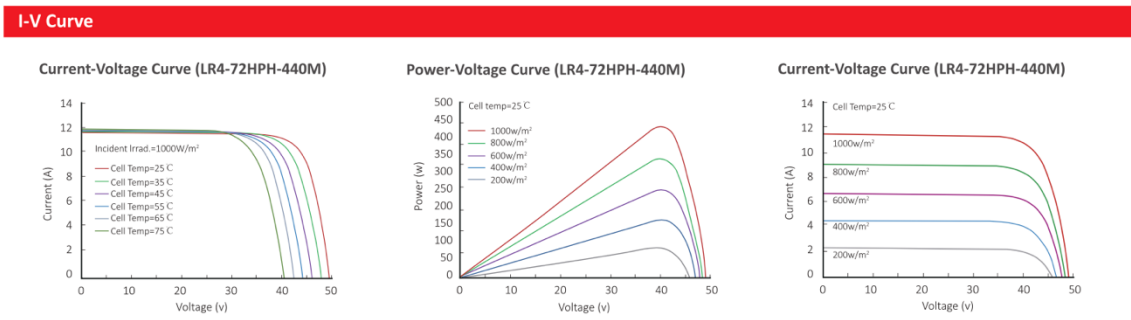
Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

LR4-72HPH 425~455M

Design (mm)	Mechanical Parameters	Operating Parameters
	<p>Cell Orientation: 144 (6×24)</p> <p>Junction Box: IP68, three diodes</p> <p>Output Cable: 4mm², 300mm in length, length can be customized</p> <p>Glass: Single glass 3.2mm coated tempered glass</p> <p>Frame: Anodized aluminum alloy frame</p> <p>Weight: 23.5kg</p> <p>Dimension: 2094×1038×35mm</p> <p>Packaging: 30pcs per pallet 150pcs per 20'GP 660pcs per 40'HC</p>	<p>Operational Temperature: -40 C ~ +85 C</p> <p>Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W</p> <p>Voc and Isc Tolerance: ±3%</p> <p>Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)</p> <p>Maximum Series Fuse Rating: 20A</p> <p>Nominal Operating Cell Temperature: 45±2 C</p> <p>Safety Class: Class II</p> <p>Fire Rating: UL type 1 or 2</p>

Electrical Characteristics	Test uncertainty for Pmax: ±3%													
Model Number	LR4-72HPH-425M		LR4-72HPH-430M		LR4-72HPH-435M		LR4-72HPH-440M		LR4-72HPH-445M		LR4-72HPH-450M		LR4-72HPH-455M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	425	317.4	430	321.1	435	324.9	440	328.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.3	45.3	48.5	45.5	48.7	45.7	48.9	45.8	49.1	46.0	49.3	46.2	49.5	46.4
Short Circuit Current (Isc/A)	11.23	9.08	11.31	9.15	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.5	37.7	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.50	8.42	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75
Module Efficiency(%)	19.6		19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9	
STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m ² , Cell Temperature 25 C, Spectra at AM1.5														
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m ² , Ambient Temperature 20 C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/S														

Temperature Ratings (STC)	Mechanical Loading
Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/C
	Front Side Maximum Static Loading: 5400Pa
	Rear Side Maximum Static Loading: 2400Pa
	Hailstone Test: 25mm Hailstone at the speed of 23m/s



Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
 Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGI Solar

Inverter/caricabatterie MultiPlus-II

► [Victron pagina prodotto online](#)

<https://ve3.nl/6H>



Un MultiPlus con in più la funzione ESS (Energy Storage System - Impianto di accumulo di energia)

Il MultiPlus-II è un inverter/caricabatterie polivalente, con tutte le caratteristiche del MultiPlus, più l'opzione di un sensore esterno che amplia la funzione del PowerControl e del PowerAssist a 50 A e 100 A rispettivamente.

Il MultiPlus-II è ideale per le applicazioni fuori rete professionali per la navigazione, gli yacht, i veicoli e l'agricoltura.

Possiede anche una funzionalità anti isolamento integrata e una lista in costante aggiornamento di certificati di omologazione di vari Paesi per le applicazioni ESS. Sono possibili varie configurazioni del sistema. Per ulteriori e più dettagliate informazioni, vedere il manuale di progettazione e configurazione di un ESS.



PowerControl e PowerAssist - Aumentare la capacità da rete o da generatore

Si può impostare una corrente massima da rete o da generatore. Il MultiPlus-II prenderà quindi in considerazione altri carichi CA e utilizzerà l'eccedente per la carica della batteria, evitando così il sovraccarico dell'alimentazione da generatore o dalla rete (funzione PowerControl).

Il PowerAssist porta il principio del PowerControl a una dimensione successiva. Quando si richiede spesso una potenza massima, ma solo per brevi periodi di tempo, il MultiPlus-II compensa la carenza di alimentazione da generatore, da banchina o da rete con l'alimentazione dalla batteria. Quando il carico si riduce, l'alimentazione eccedente viene utilizzata per ricaricare la batteria.

Energia solare: alimentazione CA disponibile anche in caso di guasto della rete di distribuzione

Il MultiPlus-II può essere utilizzato fuori dalla rete di distribuzione, mediante connessione alla rete fotovoltaica e ad altri impianti di energia alternativa. È compatibile sia con i regolatori di carica solare che con gli inverter collegati alla rete.

Due uscite CA

L'uscita principale dispone di un sistema no break. Il MultiPlus-II alimenta i carichi collegati in caso di errore nella rete, o quando l'alimentazione generatore/banchina è scollegata. Questo avviene in un modo così rapido (meno di 20 millisecondi) che i computer e le altre apparecchiature elettroniche continuano a funzionare senza interruzioni.

La seconda uscita è attiva solo quando la CA è disponibile nell'entrata del MultiPlus-II. A questa uscita si possono collegare carichi che non scaricano la batteria, come, ad esempio, un boiler per l'acqua.

Potenza virtualmente illimitata grazie al funzionamento in parallelo e trifase (non disponibile per i modelli da 8k e 10k)

È possibile far funzionare in parallelo fino a 6 unità per ottenere una maggiore erogazione di potenza. Sei unità 48/5000/70, ad esempio, forniscono un'uscita di alimentazione pari a 25 kW / 30 kVA con 720 A di capacità di carica.

Oltre alla connessione parallela, è possibile configurare tre unità dello stesso modello per un'uscita trifase. Ma non è tutto: si possono collegare in parallelo fino a 6 set di tre unità per fornire una potenza di 75 kW / 90 kVA all'inverter e più di 1200 A di capacità di carica.

Sistema di configurazione, monitoraggio e controllo in loco

Grazie al software VEConfigure, le impostazioni si possono cambiare in pochi minuti (sono necessari un computer o un portatile e un'interfaccia MK3-USB).

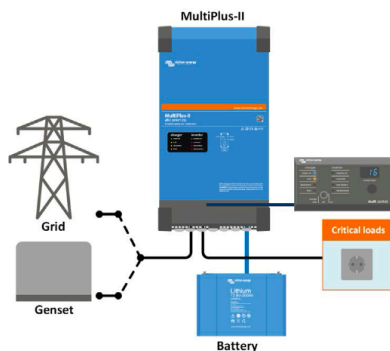
Sono disponibili varie opzioni di monitoraggio e controllo: Color Control GX, Venus GX, Octo GX, CANvu GX, portatile, computer, Bluetooth (con chiave elettronica dongle VE.Bus Smart opzionale), Dispositivo di controllo della batteria, Pannello Digitale Multi Control.

Configurazione e monitoraggio remoti

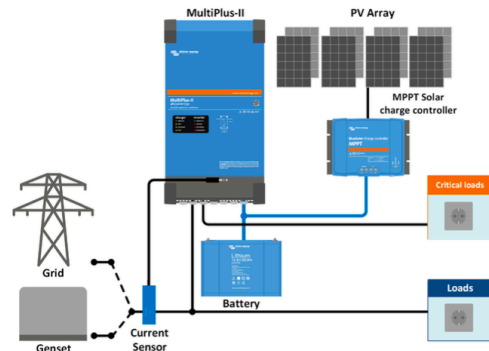
Installare un Color Control GX o un altro prodotto GX per collegarsi ad Internet.

I dati operativi possono essere salvati e visualizzati gratuitamente sul nostro sito VRM (Victron Remote Management).

Quando sono collegati a Internet, si può accedere remotamente ai sistemi e cambiare le impostazioni.



Applicazione standard per navigazione, mobile e fuori rete
 I carichi che devono essere disattivati quando la potenza CA in ingresso non è disponibile, possono essere collegati a una seconda uscita (non mostrata). Questi carichi saranno considerati dalle funzioni PowerControl e PowerAssist per limitare la corrente CA in ingresso a un valore di sicurezza quando è disponibile la potenza CA.



Topologia parallela alla rete con regolatore di carica solare MPPT
 Il MultiPlus-II userà i dati provenienti dal sensore di corrente CA esterno (da ordinare separatamente) o dal misuratore di potenza per ottimizzare l'autoconsumo e, se necessario, evitare l'alimentazione di rete. Se si verificasse un'interruzione di corrente, il MultiPlus-II continuerà ad alimentare i carichi critici.



GX Touch 50 e Cerbo GX
 Offre un controllo e un monitoraggio intuitivi del sistema.
 Oltre al monitoraggio e al controllo del sistema, il Cerbo GX attiva l'accesso al nostro sito web di monitoraggio remoto: il Portale Online VRM.



Portale VRM
 Il nostro sito web di monitoraggio gratuito (VRM) mostrerà tutti i dati del vostro sistema in un formato grafico completo. Le impostazioni del sistema possono essere modificate remotamente, tramite il portale. Gli allarmi possono essere notificati via e-mail.



App VRM
 Controllate e gestite il sistema Victron Energy dal vostro smartphone e dalla vostra tablet. Disponibile sia per iOS che per Android.



Chiave Dongle VE.Bus Smart
 Misura la tensione e la temperatura della batteria e consente il monitoraggio e il controllo da smartphone o da un altro dispositivo provvisto di Bluetooth.



Area di connessione

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Paesi Bassi
 Centralino: +31 (0)36 535 97 00 | E-mail: sales@victronenergy.com
 www.victronenergy.com



Sensore di corrente 100A:50mA
 Per migliorare il PowerControl e il PowerAssist e per ottimizzare l'autoconsumo con un rilevamento esterno di corrente.
 Corrente massima: 50 A e 100 A rispettivamente.
 Lunghezza del cavo di connessione: 1 m.



Pannello Digitale Multi Control
 Una soluzione pratica e conveniente per il monitoraggio remoto, con manopola girevole per l'impostazione dei livelli Power Control e Power Assist.

MultiPlus-II	12/3000/120-32 24/3000/70-32 48/3000/35-32	24/5000/120-50 48/5000/70-50	48/8000/110-100	48/10000/140-100
PowerControl e PowerAssist	SI			
Commutatore di trasferimento	32 A	50 A	100 A	100 A
Massima corrente CA di ingresso	32 A	50 A	100 A	100 A
INVERTER				
Intervallo tensione di ingresso CC	12 V - 9,5-17 V	24 V - 19-33 V	48 V - 38-66 V	
Uscita	Tensione di uscita: 230 VCA ± 2 % Frequenza: 50 Hz ± 0,1 % (1)			
Potenza di uscita continua a 25 °C (3)	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA
Potenza di uscita continua a 25 °C	2400 W	4000 W	6400 W	8000 W
Potenza di uscita continua a 40 °C	2200 W	3700 W	5500 W	7000 W
Potenza di uscita continua a 65 °C	1700 W	3000 W	4000 W	6000 W
Massima corrente di ingresso apparente	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA
Potenza di picco	5500 W	9000 W	15000 W	18000 W
Efficienza massima	93 % / 94 % / 95 %	96 %	95 %	96 %
Alimentazione carico zero	13 / 13 / 11 W	18 W	29 W	38 W
Potenza a vuoto in modalità AES	9 / 9 / 7 W	12 W	19 W	27 W
Alimentazione carico zero in modalità Search (Trova)	3 / 3 / 2 W	2 W	3 W	4 W
CARICABATTERIE				
Ingresso CA	Intervallo tensione di ingresso: 187-265 V CA Frequenza di ingresso: 45-65 Hz			
Tensione di carica in "assorbimento"	28,8 V	57,6 V		
Tensione di carica "mantenimento"	27,6 V	55,2 V		
Modalità di accumulo	26,4 V	52,8 V		
Massima corrente di carica della batteria (4)	120 / 70 / 35 A	120 / 70 A	110 A	140 A
Sensore di temperatura della batteria	SI			
GENERALE				
Uscita ausiliaria	SI (32 A)	SI (50 A)		
Sensore esterno di corrente CA (opzionale)	50A	100A		
Relè programmabile (5)	SI			
Protezione (2)	a - g			
Porta di comunicazione VE.Bus	Per funzionamento parallelo (non indicato per i modelli da 8k e 10k) e trifase, controllo remoto e integrazione di sistema			
Uso generico porta di comunicazione.	SI, 2x			
Accensione - spegnimento remoto	SI			
Campo temperatura di esercizio	da -40 a +65 °C (raffreddamento a ventola)			
Umidità (senza condensa)	max 95 %			
INVOLUCRO				
Materiale e colore	acciaio, blu RAL 5012			
Categoria protezione	IP22			
Collegamento batteria	Bulloni M8		Quattro bulloni M8 (connessione 2 poli positivi e 2 poli negativi)	
Collegamento in CA 230V	Morsetti a vite 13 mm ² (6 AWG)		Bulloni M6	Bulloni M6
Peso	19 kg	30 kg	42 kg	49 kg
Dimensioni (AxLxP)	546 x 275 x 147 499 x 268 x 141 499 x 268 x 141	565 x 328 x 240 560 x 320 x 141	642 x 363 x 206	677 x 363 x 206
NORMATIVE				
Sicurezza	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2			
Emissioni, Inalterabilità	EN 55014-1, EN 55014-2 EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3 IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3			
Gruppo di continuità (UPS)	Consultare i certificati nel nostro sito web			
Anti isolamento	Consultare i certificati nel nostro sito web			
1) Può essere regolato a 60 Hz	3) Carico non lineare, fattore di cresta 3:1			
2) Password:	4) A una temperatura ambiente di 25 °C			
a) corto circuito in uscita	5) Relè programmabile che può essere impostato in funzione di allarme generale, sotto tensione CC o avvio/arresto generatore			
b) sovraccarico	funzione. CA nominale: 230 V / 4 A, CC nominale: 4 A fino a 35 VCC e 1A fino a 60 VCC			
c) tensione batteria troppo elevata				
d) tensione batteria troppo bassa				
e) temperatura troppo elevata				
f) 230 VCA su uscita inverter				
g) tensione di ondulazione di ingresso troppo elevata				

Regolatori di carica SmartSolar con interfaccia VE.Can MPPT 250/70 VE.Can fino a MPPT 250/100 VE.Can



Regolatori di carica SmartSolar
MPPT 250/100-Tr VE.Can
con display a spina opzionale



Regolatori di carica SmartSolar
MPPT 250/100-Tr VE.Can
senza display



Rilevamento Bluetooth:
Rilevatore Smart Battery



Rilevamento Bluetooth:
Dispositivo di controllo della batteria
Smart BMV-712



Display a spina SmartSolar



Display a spina SmartSolar



Tracciamento del Punto di Massima Potenza ultraveloce (MPPT)

Specialmente in caso di cielo nuvoloso, quando l'intensità della luce cambia continuamente, un dispositivo di controllo MPPT ultra veloce consentirà di potenziare la raccolta di energia fino al 30% in più rispetto ai regolatori di carica PWM e fino al 10% in più rispetto ai dispositivi di controllo MPPT più lenti.

Rilevazione del Punto di Massima Potenza avanzata in condizioni di ombra parziale

In caso di ombra parziale, è possibile che vi siano due o più punti di massima potenza (MPP) sulla curva di potenza-tensione.

Gli MPPT convenzionali tendono a bloccarsi ad un MPP locale, che potrebbe non essere il MPP ottimale. L'innovativo algoritmo SmartSolar ottimizzerà sempre al massimo la raccolta di energia, bloccandosi al MPP ottimale.

Efficienza di conversione altissima

Senza valvola di raffreddamento. Efficienza massima oltre il 99%.

Algoritmo di carica flessibile

Algoritmo di carica completamente programmabile ed otto algoritmi pre-programmati, selezionabili tramite un interruttore a rotazione (vedere il manuale per i dettagli).

Altissima protezione elettronica

Protezione da sovratemperatura e riduzione della potenza con temperatura elevata.

Protezione contro il corto circuito e inversione di polarità sulla cella fotovoltaica.

Protezione contro la corrente fotovoltaica inversa

Bluetooth Smart integrato

La soluzione wireless per configurare, monitorare, aggiornare e sincronizzare i Regolatori di carica SmartSolar.

Sensore di temperatura interno e rilevazione esterna opzionale di tensione, temperatura e corrente batteria tramite Bluetooth

È possibile utilizzare un Rilevatore Smart Battery, un Monitor della batteria BMV-712 Smart o uno SmartShunt per comunicare la tensione e la temperatura della batteria (e la corrente, nel caso di un BMV-712 o uno SmartShunt) a uno o più Regolatori di carica BlueSolar.

Ve.Direct o VE.Can

Per la connessione dati tramite cavo a un Color Control GX o ad altri dispositivi GX, al PC o ad altri dispositivi

Funzionamento sincronizzato parallelo con VE.Can o Bluetooth

Si possono sincronizzare fino a 25 unità con VE.Can e fino a 10 unità con il Bluetooth.

Funzione di recupero delle batterie completamente scariche

Inizia la carica persino se la batteria è stata scaricata fino a zero volt.

Si ricollega a una batteria agli ioni di litio completamente scarica con la funzione di disconnessione integrata.

VE.Can: la soluzione per una regolazione multipla

Si possono sincronizzare fino a 25 unità con il VE.Can.

Accensione-spegnimento remoto

Per collegare, ad esempio, a un BMS VE.BUS.

Relè programmabile

Può essere programmato per far scattare un allarme o un altro evento.

Opzionale: Display LCD a spina SmartSolar

Si deve solo rimuovere il sigillo in gomma che protegge la spina sulla parte frontale del regolatore e inserire il display.

Regolatori di carica SmartSolar con interfaccia VE.Can	250/70	250/85	250/100
Tensione batteria	12/24/48 V con selezione automatica (36 V: manuale)		
Corrente nominale di carica	70 A	85 A	100 A
Potenza fotovoltaica nominale, 12 V 1a,b)	1000 W	1200 W	1450 W
Potenza fotovoltaica nominale, 24 V 1a,b)	2000 W	2400 W	2900 W
Potenza fotovoltaica nominale, 36 V 1a,b)	3000 W	3600 W	4350 W
Potenza fotovoltaica nominale, 48 V 1a,b)	4000 W	4900 W	5800 W
Max. corrente di cortocircuito FV 2)	35 A (max 30 A per conn. MC4)	70 A (max 30 A per conn. MC4)	
Massima tensione FV a circuito aperto	250 V in condizioni di temperatura minima 245 V max. in avviamento e funzionamento		
Efficienza massima	99 %		
Autoconsumo	Meno di 35 mA @ 12 V / 20 mA @ 48 V		
Tensione di carica "assorbimento"	Impostazione predefinita: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (regolabile tramite: interruttore girevole, display, VE.Direct o Bluetooth)		
Tensione di carica "mantenimento"	Impostazione predefinita: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (regolabile tramite: interruttore girevole, display, VE.Direct o Bluetooth)		
Tensione di carica "equalizzazione"	Impostazione predefinita: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8 V (regolabile)		
Algoritmo di carica	adattivo a più fasi (otto algoritmi programmati) o algoritmo definito dall'utente		
Compensazione temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C		
Protezione	Polarità inversa FV / Cortocircuito uscita / Sovratemperatura		
Temperatura di esercizio	Da -30 a + 60 °C (uscita nominale massima fino a 40 °C)		
Umidità	95 %, senza condensa		
Altezza massima	5000 m (uscita massima nominale fino a 2000 m)		
Condizioni ambientali	Interno, non condizionato		
Grado di contaminazione	PD3		
Comunicazione dati	VE.Can, VE.Direct e Bluetooth		
Accensione/spengimento remoto	Sì (connettore bipolare)		
Relè programmabile	DPST CA nominale: 240 VAC / 4 A CC nominale: 4 A fino a 35 VCC, 1 A fino a 60 VCC		
Funzionamento in parallelo	Sì, funzionamento sincronizzato in parallelo con VE.Can (max 25 unità) o Bluetooth (max 10 unità)		
CARCASSA			
Colore	Blu (RAL 5012)		
Morsetti FV 3)	35 mm ² / AWG2 (modelli Tr) Due paia di connettori MC4 (modelli MC4)	35 mm ² / AWG2 (modelli Tr) Tre paia di connettori MC4 (modelli MC4)	
Morsetti batteria	35 mm ² / AWG2		
Categoria protezione	IP43 (componenti elettronici), IP22 (zona di raccordo)		
Peso	3 kg	4,5 kg	
Dimensioni (a x l x p) in mm	Modelli Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelli MC4: 215 x 250 x 95 mm	Modelli Tr: 216 x 295 x 103 Modelli MC4: 246 x 295 x 103	
NORMATIVE			
Sicurezza	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
1a) Se si collega più potenza fotovoltaica, il regolatore limiterà l'ingresso di potenza. 1b) La tensione fotovoltaica deve superare Vbat + 5 V perché il regolatore si avvii. Successivamente la tensione fotovoltaica minima sarà Vbat + 1V. 2) Un pannello FV con una corrente di cortocircuito superiore può danneggiare il regolatore. 3) Modelli MC4: potrebbero essere necessarie varie coppie di sdoppiatori per collegare in parallelo le stringhe di pannelli solari Corrente massima per ogni connettore MC4: 30 A (i connettori MC4 sono collegati in parallelo a un tracciatore MPPT)			



Grazie al VE.Can, si possono collegare in cascata e a un Color Control GX o a un altro dispositivo GX fino a 25 Regolatori di Carica. Ogni Regolatore può essere monitorato singolarmente, ad esempio, su un Color Control GX e sul sito web VRM.

US2000C Pylontech Litio

Batteria al litio bassa tensione 48V

US2000C - Moduli da 2,4 kWh

La batteria al litio US2000C di Pylontech è la nuova versione rinnovata della già conosciuta US2000. La semplicità e la modularità della US2000C da 2,4 kWh di capacità la rendono adatta a realizzare sistemi di accumulo di piccole e grandi capacità ed ampliabili secondo le esigenze energetiche attuali e future. Tra le novità inserite c'è la funzione **Soft-Start** incorporata in grado di ridurre la corrente di picco quando l'inverter deve partire con la sola batteria. La batteria US2000C dispone di un BMS integrato in grado di gestire e monitorare le informazioni sulle celle tra cui tensione, corrente e temperatura.

Specifiche tecniche:

- la **struttura molecolare** interna delle batterie LFP **più stabile** e **più sicura**, consente un aumento della temperatura di combustione pari a 600 °C rispetto ai 300 °C relativi a NMC e LCO;
- **Profondità di scarica (DOD)** del 95%, disponibile per gli inverter allineati all'ultimo protocollo Pylontech;
- supporto "sveglia" con segnale 5 ~ 12V dalla porta RJ45.
- Supporta l'aggiornamento del modulo batteria dal controller superiore tramite comunicazione CAN o RS485.
- **Doppia protezione attiva a livello BMS**
- possibilità di operare in diverse condizioni di temperatura;
- **Monitoraggio e assistenza inclusi, garanzia 10 anni**



Ciascun elemento, da 50 Ah e di altezza 2 unità rack, viene facilmente installato in appositi armadi rack forniti su richiesta da Energy Srl.

Nel caso di sistemi di accumulo con modalità EPS anti black out occorre attenersi alle indicazioni di ENERGY srl circa la quantità minima di moduli installati.

Dati tecnici Batteria al Litio

Modello	US2000C
DATI ELETTRICI	
Tipo cella	Li-ion (LFP)
Tensione [V]	48
Corrente Raccomandata [A]	25
Capacità nominale [Wh]	2400
Tensione di lavoro [V]	44,5 - 53,5
DOD [%]	95
BUS	
Bus di comunicazione	RS485, CAN
Protocollo di comunicazione	YD/T 1363.3-2005
DIMENSIONI E PESI	
Altezza [mm]	89 (2U)
Larghezza [mm]	442
Profondità [mm]	410
Peso [kg]	22,5
VARIE	
Durata a 25 °C	15+ anni
Life Cycles	>6000 25°C - 95% DoD
Temperatura di lavoro in scarica [°C]	-10...50
Temperatura di lavoro in carica [°C]	0...50
Temperatura di immagazzinaggio [°C]	-20...60
Grado di protezione	IP20
Normativa sismica	GR-1089
Normativa per il trasporto	UN 3090
Normativa EMC	IEC62619, IEC63056 UL1642, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, UN38.3
Normativa ambientale	GB/T 2423
Certificati	TÜV, CE, UN38.3

Energy Srl
Sede legale:
Piazza Manifattura, 1
38068, Rovereto TN
Tel. +39 0464 350812 - Fax +39 0464 350512

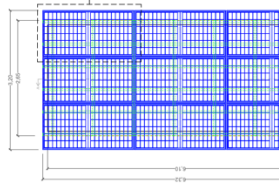
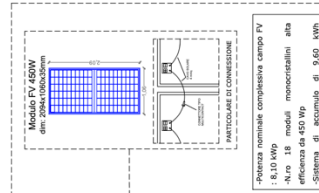
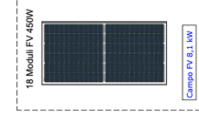
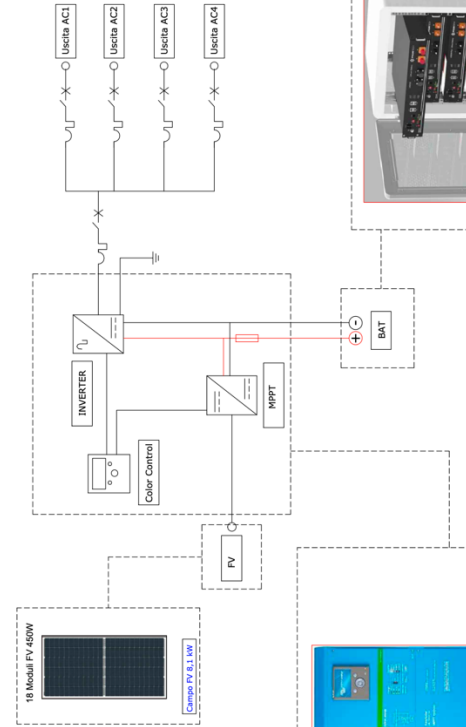


www.energysynt.com
www.retiintelligenti.com

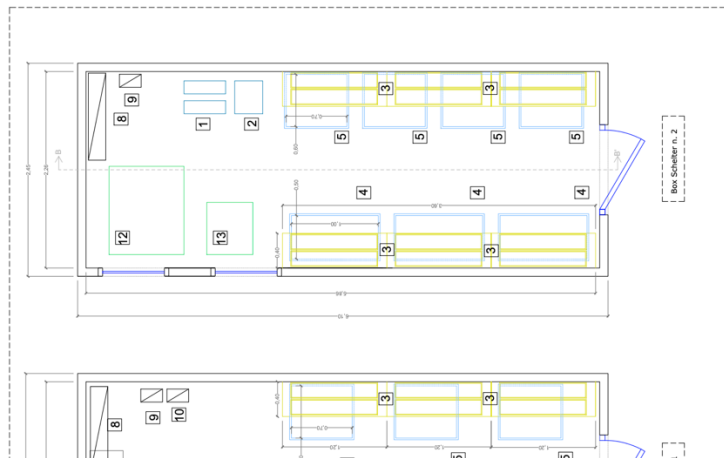
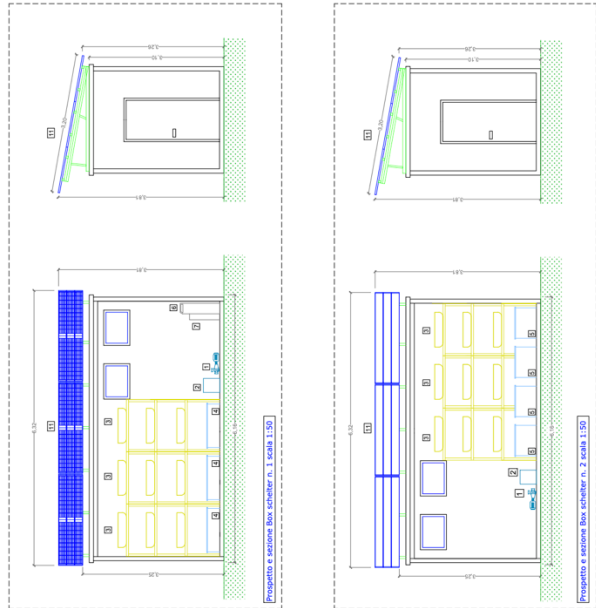
Energy Srl
Sede operativa/Magazzino:
Via Seconda Strada, 26
30030, Z.I. Loc. Galta di Vigonovo (VE)
info@energysynt.com
Tel. +39 049 2701296 - Fax +39 049 8599098

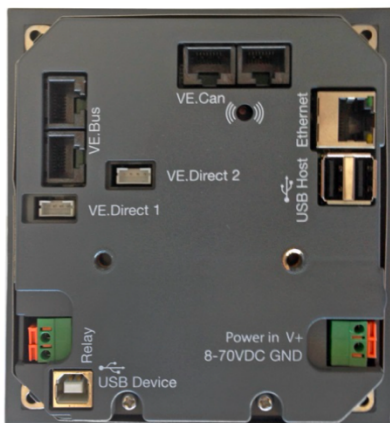
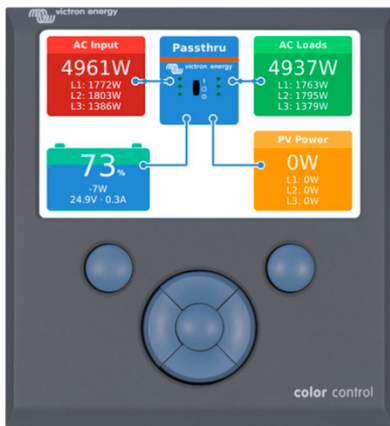


**ELETRICI CELLA VITALE
ALIMENTAZIONE CARICHI**



Potenza nominale compressiva campo PV
18 x 10 x 10 moduli monocristallini alla
potenza di 450 Wp.
Sistema di accumulo di 9,60 kWh





Color Control GX

Il Color Control (CCGX) offre un controllo e un monitoraggio intuitivi di tutti i sistemi elettrici Victron. L'elenco dei prodotti Victron che possono essere connessi è infinito: Invertitori, Multi, Quattro, caricabatterie solari MPPT, monitor batterie BMW, Lynx Ion + Shunt e molti altri.

Portale VRM Online

Oltre a monitorare e controllare i prodotti localmente sullo stesso CCGX, tutte le letture vengono inviate al nostro sito web di monitoraggio remoto gratuito: il portale VRM online. Per averne un quadro generale, provare la demo all'indirizzo <https://vrn.victronenergy.com>. Vedere anche gli screenshot di seguito.

Console da remoto su VRM

Monitora, controlla e configura il CCGX da remoto via internet. Tutto può essere fatto da remoto, proprio come se si fosse davanti al dispositivo. La stessa funzionalità è disponibile anche sulla rete locale, sulla console da remoto su LAN.

Avvio/arresto automatico del gruppo elettrogeno

Un sistema di avvio/arresto fortemente personalizzabile. Usare lo stato di carica, la tensione, il carico e altri parametri. Definire un sistema speciale per i periodi di silenzio e un'esecuzione di test mensile facoltativa.

Il cuore dell'ESS – Energy Storage System

Il CCGX è l'Energy Manager del sistema ESS. Sono disponibili ulteriori informazioni nel manuale ESS: <https://www.victronenergy.com/live/ess:design-installation-manual>

Registrazione dati

Quando si è connessi a Internet, tutti i dati vengono inviati al portale VRM. Quando la connessione internet non è disponibile, il CCGX memorizza tutti i dati internamente, per un periodo fino a 48 ore. È possibile memorizzare un maggior numero di dati inserendo una micro SD-card o una chiavetta USB. Questi file possono essere caricati per l'analisi sul portale VRM o convertiti offline sull'app VictronConnect.

Prodotti supportati

- Multi e Quattro, inclusi i sistemi bifase e trifase. Monitoraggio e controllo (on/off e limitatore di corrente). È possibile modificare la configurazione (solo da remoto via internet, impossibile senza una connessione).
- Caricabatterie solari BlueSolar MPPT con porta VE.Direct.
- BlueSolar MPPT 150/70 e MPPT 150/85 con porta VE.Can.
- SmartSolar MPPT 150/70 e MPPT 150/100 con porta VE.Can. Quando vengono usati dei BlueSolar MPPT o SmartSolar MPPT multipli in parallelo con VE.Can, tutte le informazioni sono combinate come se fossero una sola. Vedere anche il post sul nostro blog [riguardo la configurazione di caricabatterie solari MPPT 150/70 multipli](#).
- La famiglia BMV-700 può essere collegata direttamente alle porte VE.Direct sul CCGX. Per farlo, utilizzare il cavo VE.Direct.
- La famiglia BMV-600 può essere collegata direttamente alle porte VE.Direct sul CCGX. Per farlo, è necessario un cavo accessorio.
- Lynx-Ion + Shunt
- Lynx Shunt VE.Can
- Caricabatterie Skylla-i
- Sensori serbatoio NMEA 2000
- È possibile collegare un GPS USB alla porta USB. La posizione e la velocità saranno visibili sul display e i dati verranno inviati al portale VRM per il tracciamento. La mappa sul VRM mostrerà l'ultima posizione.
- Invertitori fotovoltaici Fronius

Quando è necessario collegare più prodotti VE.Direct, è possibile impiegare l'USB.

Connessione internet

Il CCGX può essere connesso a internet con un cavo Ethernet e via Wi-Fi. Per la connessione via Wi-Fi, è necessario un accessorio USB. Il CCGX non ha un modem cellulare interno: non è disponibile uno slot per una sim-card. Usare un GPRS o router 3G standard. Vedere il [post sul blog relativo al router 3G](#).

Altri aspetti importanti

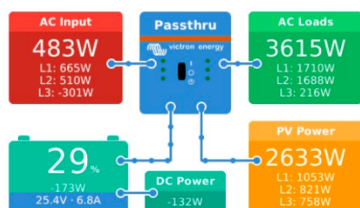
- Quando è disponibile una nuova versione software, il CCGX si può aggiornare automaticamente da internet.
- Varie lingue disponibili: Inglese, ceco, tedesco, spagnolo, francese, italiano, olandese, russo, svedese, turco, cinese, arabo.
- Utilizzare internet come gateway Modbus-TCP per tutti i prodotti Victron connessi. Per ulteriori informazioni, vedere le nostre domande frequenti relative al [Modbus-TCP](#).
- Alimentato dal sistema operativo Venus - Linux integrato. <https://github.com/victronenergy/venus/wiki/sales-pitch>

Color Control GX

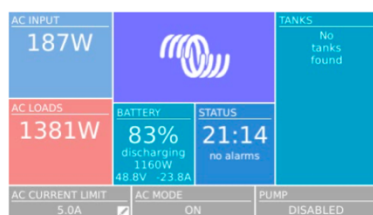
www.victronenergy.com

Color Control GX			
Intervallo di tensione di alimentazione	8 – 70 VCC		
Corrente assorbita	12 VCC	24 VCC	48 VCC
Display disattivato	140 mA	80 mA	40 mA
Display alla minima intensità	160 mA	90 mA	45 mA
Display alla massima intensità	245 mA	125 mA	65 mA
Contatto pulito	3A / 30 VCC / 250 VCA (Generalmente aperto)		
Porte di comunicazione			
VE.Direct	due porte separate VE.Direct - isolate		
VE.Can	due prese RJ45 in parallelo - isolate		
VE.Bus	due prese RJ45 in parallelo - isolate		
USB	2 porte host USB - non isolate		
Ethernet	Preso RJ45 10/100/1000MB - isolata tranne schermatura		
Interfaccia terze parti			
Modbus-TCP	Per monitorare e controllare tutti i prodotti connessi al Color Control GX, usare il Modbus-TCP		
JSON	Per recuperare dati dal Portale VRM , usare l'API VRM JSON		
Altro			
Dimensioni esterne (a x l x p)	130 x 120 x 28 mm		
Campo temperatura di esercizio	da -20 a +50 °C		
Normative			
Sicurezza	EN 60950-1:2005+A1:2009+A2:2013		
Compatibilità elettromagnetica	EN 61000-6-3, EN 55014-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1, EN 55014-2		
Settore automotive	E4-10R-053535		

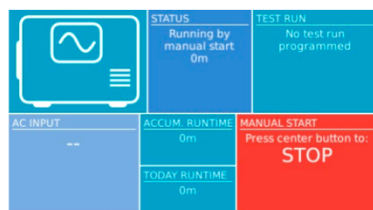
Panoramica - Multi con inverter fotovoltaico in uscita



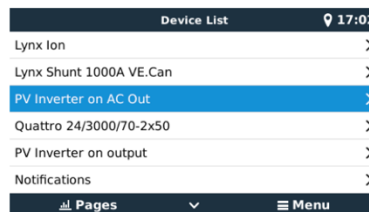
Panoramica su dispositivi mobili e barche



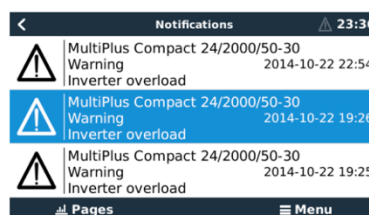
Pagina di controllo del gruppo elettrogeno



Menu principale



Notifiche allarmi



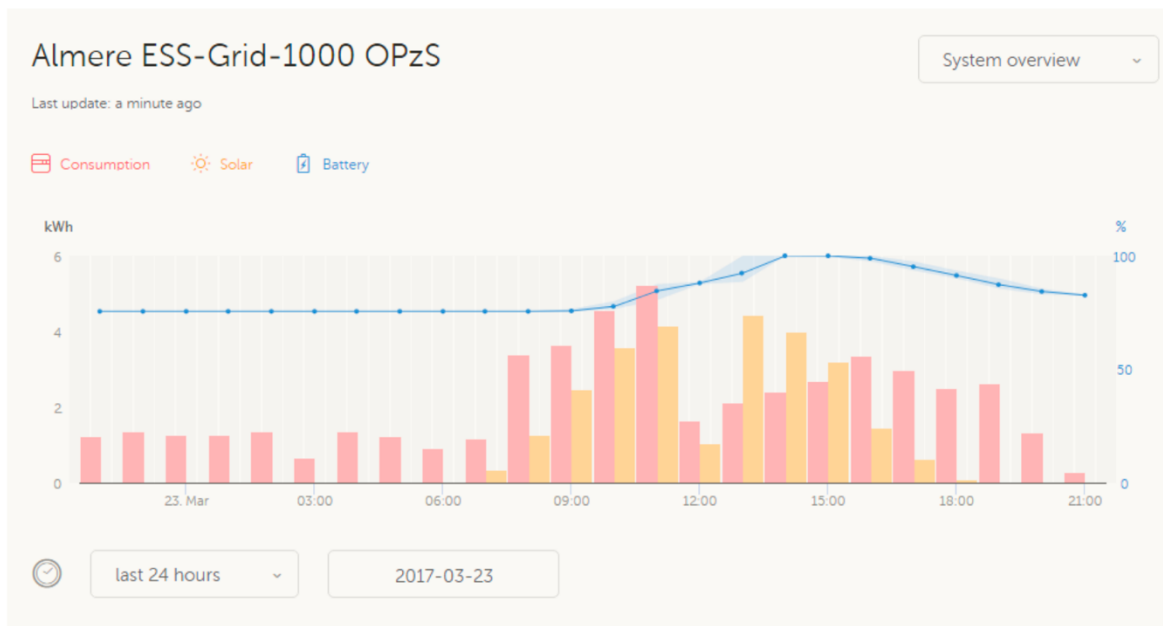
Panoramica schermate



Color Control GX

www.victronenergy.com

Portale VRM – Dashboard



Portale VRM – Console da remoto

Almere ESS-Grid-1000 OPzS

Last update: a few seconds ago

System overview

Consumption Solar Battery

kWh

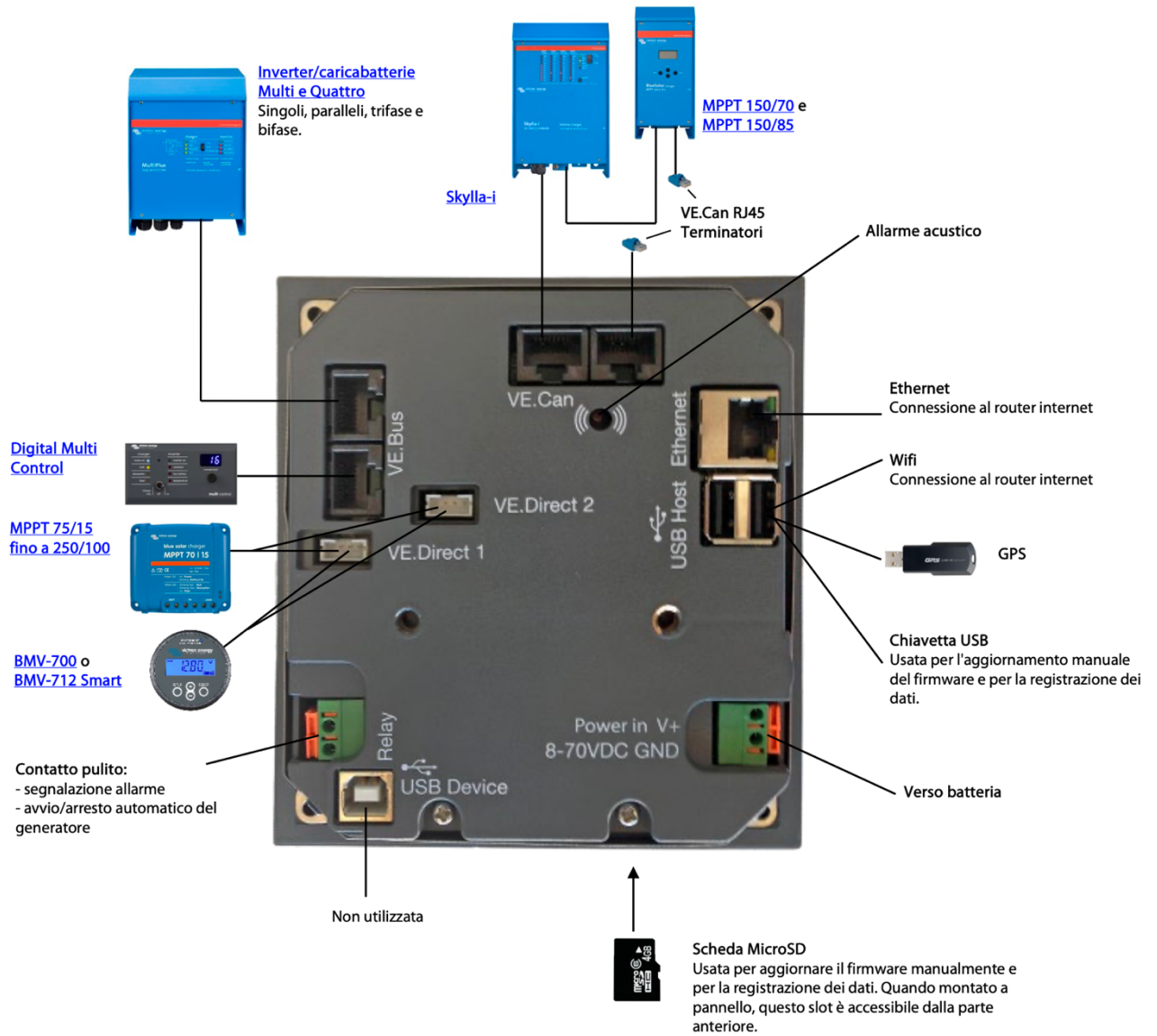
Device List		21:18
Fronius Symo 8.2-3-M	0W	>
Grid meter	216W	>
MultiPlus 48/5000/70-50	Bulk	>
PV Inverter on input 1	0W	>
Notifications		>
Settings		>
Pages		
Menu		

Almere ESS-Grid-1000 OPzS Remote Console

Realtime data

Color Control GX

www.victronenergy.com





Performance of off-grid PV system

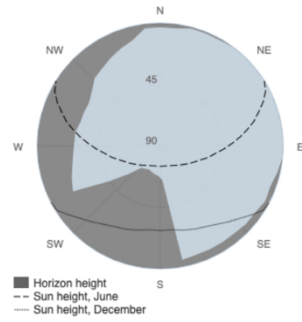
PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

Provided inputs

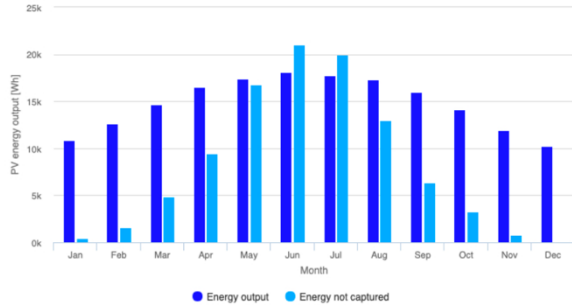
Latitude/Longitude: 38.096,13.309
 Horizon: User defined
 Database used: PVGIS-SARAH2
 PV installed: 8100 Wp
 Battery capacity: 12000 Wh
 Cutoff limit: 10 %
 Consumption per day: 19300 Wh

Slope angle: 35 °
 Azimuth angle: -70 °
Simulation outputs
 Percentage days with full battery: 69.63 %
 Percentage days with empty battery: 99.98 %
 Average energy not captured: 11755.9 Wh
 Average energy missing: 4488.19 Wh

Outline of horizon at chosen location:



Power production estimate for off-grid PV:

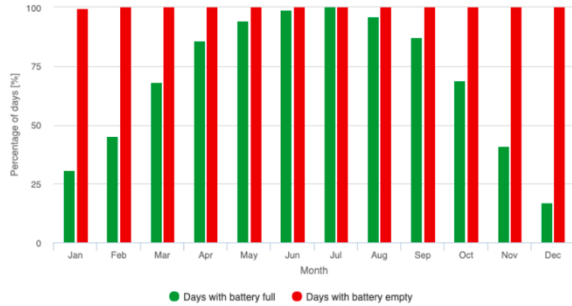


Monthly average performance

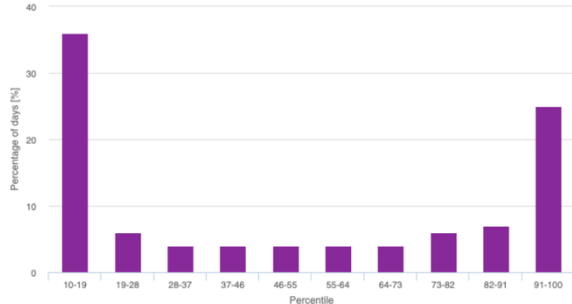
Month	E_d	E_I	f_f	f_e
January	10886.8	444.6	30.6	99.8
February	12621.2	1630.9	45.3	100.0
March	14683.3	4849.5	68.2	100.0
April	16505.1	9481.9	86.0	100.0
May	17433.3	16819.4	94.3	100.0
June	18100.0	21011.6	99.0	100.0
July	17755.5	19966.5	100.0	100.0
August	17286.9	12980.1	96.2	100.0
September	15969.3	6369.1	87.3	100.0
October	14167.5	3245.2	68.8	100.0
November	11931.5	772.4	41.0	100.0
December	10235.7	100.5	17.1	100.0

E_d: Average energy production per day [Wh/day].
 E_I: Average energy not captured per day [Wh/day].
 f_f: Percentage of days when battery became full [%].
 f_e: Percentage of days when battery became empty [%].

Battery performance for off-grid PV system:



Probability of battery charge state at the end of the day:



Cs	Cb
10-19	36.0
19-28	6.0
28-37	4.0
37-46	4.0
46-55	4.0
55-64	4.0
64-73	4.0
73-82	6.0
82-91	7.0
91-100	25.0

Cs: Charge state at the end of each day [%].
 Cb: Percentage of days with this charge state [%].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en



PVGIS ©European Union, 2001-2023.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/06/01