



X-Elio Alviano S.r.l.
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA
Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 17129241000



Progettista



Viale Jonio 95 - 00141 Roma - info@architetturasostenibile.com

PROGETTO AGRIVOLTAICO SPERIMENTALE "ALVIANO"

*Realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza pari a 40 MWp
con sistema di accumulo 25MW e relative opere di connessione alla RTN*

Località

REGIONE UMBRIA - COMUNE DI ALVIANO (TR)
**REGIONE LAZIO - COMUNI DI GRAFFIGNANO (VT), VITERBO,
VITORCHIANO (VT)**

Titolo

RELAZIONE TECNICA

Data di produzione: 10/06/2023

Revisione del

Codice Elaborato: AS_ALV_R08

Firma dell'autore



Firma per AS. S.r.l.



Sommario

1. Premessa.....	3
2. Disposizioni normative e di legge	5
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DA REALIZZARE	8
3.1 Architettura generale dell'impianto fotovoltaico.....	9
3.1.1 Pannelli Fotovoltaici.....	11
3.1.2 Strutture porta moduli (Tracker)	13
3.1.3 Inverter.....	13
3.2 SISTEMA DI ACCUMULO.....	24
3.3 RETE IN BASSA TENSIONE	29
3.3.1 Quadri di primo livello.....	29
3.3.2 Quadri elettrici.....	31
3.4 RETE a 36 kV	31
3.5 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	33
3.5.1 Radiazione Solare.....	33
3.5.2 Producibilità.....	35
3.5.3 Sotto campi fotovoltaici	36
4. SISTEMA DI ACCUMULO (BESS).....	39

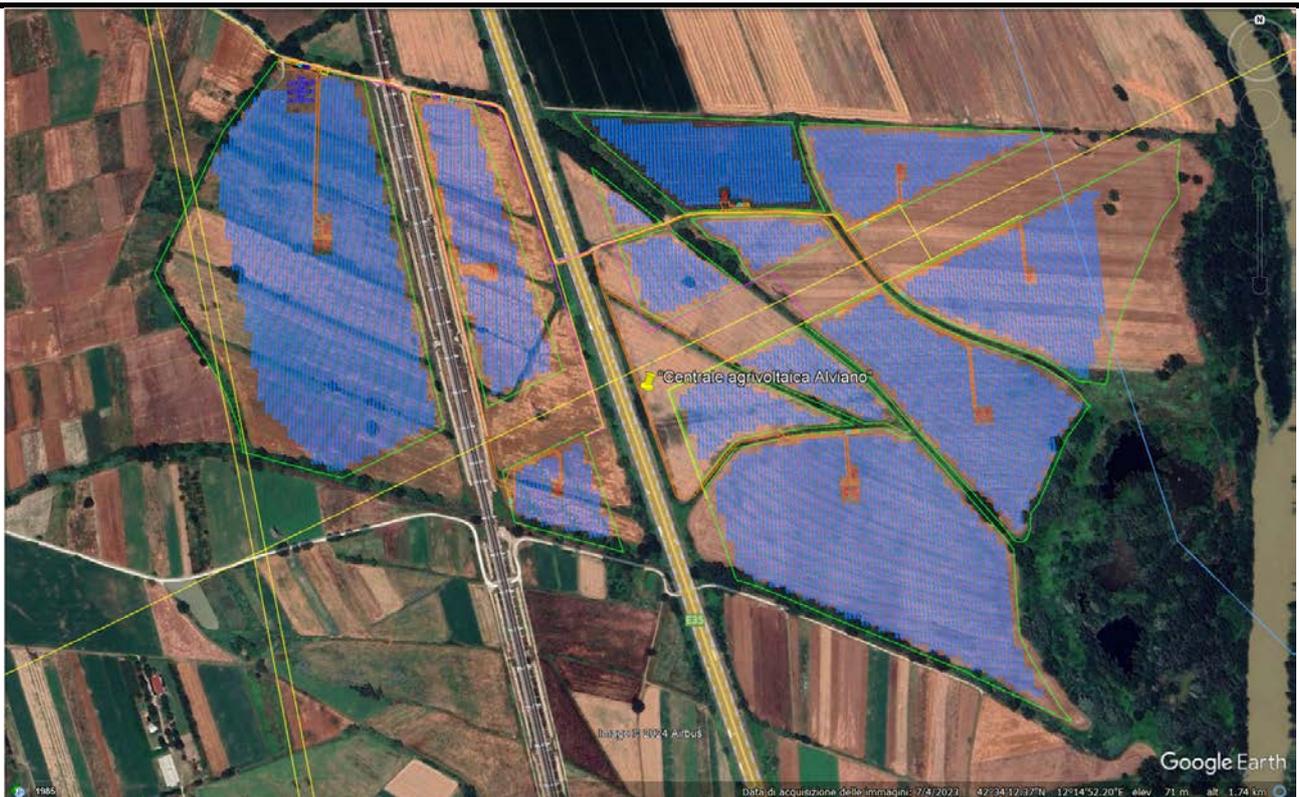
1. Premessa

Il progetto in esame ha per oggetto la realizzazione di una centrale di produzione elettrica da fonte solare denominata “Centrale Agrivoltaica Alviano”, con tracker ad inseguimento monoassiale est-ovest, con rotazione assiale ed azimut fisso, montati su struttura elevata a 3,5 mt per consentire le attività colturali intensive e che alloggeranno n. 58.548 moduli fotovoltaici da 685 W, con potenza complessiva di 40.105 kWp, collegati a 12 Skid con 12 inverter di $P_{nom} = 3,8$ MW ciascuno, con potenza nominale dell’impianto $P_n = 3,8 * 12 = 45,6$ MW. Il progetto considera anche la possibilità di installare un sistema di accumulo e batterie bidirezionale, che avrà una dimensione di 25 MWn / 100 MWh e sarà basato su batterie agli ioni di litio. La Soluzione Tecnica Minima Generale rilasciata da Terna, prevede che la centrale agrivoltaica venga collegata in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150/36 kV da ricollegare mediante due nuovi elettrodotti in cavo a 150 kV della RTN ad una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 380/150 kV della RTN, da realizzare in soluzione GIS isolata in SF6, da inserire in entra-esce alla linea a 380 kV della RTN “Roma Nord - Pian della Speranza”. Il tavolo tecnico per l’assegnazione dello stallo è ancora in corso. Il cavidotto di connessione avrà una lunghezza di oltre 15 km mentre la potenza in immissione richiesta ai fini della connessione è pari a 50 MW.

Dette opere attraversano i fondi situati:

- nel comune di Graffignano (VT) sulla parte a ovest del fiume Tevere in 2 zone: la prima tra l’Autostrada E35 e la SP19 a sud della SP11 e la seconda nelle aree adiacenti alla SP19 e proseguendo ad ovest lungo la Strada Provinciale Teverina
- nel comune di Viterbo (VT) tra il comune di Pisciarelli (VT) e poco oltre il comune di Grotte Santo Stefano (VT) nelle aree adiacenti la SP18 e proseguendo per la strada Vitorchiano fino ad est della Solfatara di Ferento.





2. Disposizioni normative e di legge

La presente relazione fa riferimento alle seguenti disposizioni normative:

- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79/99: “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 281 del. 19 dicembre 2005: “Condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi”
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 168 del 30 dicembre 2003: “Condizioni per l’erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell’energia elettrica sul territorio nazionale e per l’approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79” e relativo Allegato A modificato con ultima deliberazione n.20/06
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 39 del 28 febbraio 2001:
 - “Approvazione delle regole tecniche adottate dal Gestore della rete di trasmissione nazionale ai sensi dell’articolo 3, comma 6, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79”
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 333 del 21 dicembre 2007: “Testo integrato della regolazione della qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell’energia elettrica” - TIQE
- Delibera Autorità per l’energia elettrica ed il gas n. 348 del 29 dicembre 2007: “Testo integrato delle disposizioni dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas per l’erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell’energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l’erogazione del servizio di connessione” e relativi allegati: Allegato A, di seguito TIT, Allegato B, di seguito TIC

- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008: "Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA)" e s.m.i.
- Delibera Autorità per l'energia elettrica ed il gas ARG/elt 179/08 del 11 dicembre 2008: "Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica"
- Norma CEI 0-16 "Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo"
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria"
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-61 "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche"
- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"
- Norma CEI 11-63 "Cabine Primarie"
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- CEI: 82-25 Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica. Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- CEI 82-74 Metodi di calcolo delle azioni del vento e criteri di dimensionamento di strutture di supporto di moduli fotovoltaici o di collettori solari
- CEI PAS 82-93 Impianti agrivoltaici
- CEI EN IEC 61936-1 (CEI: 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c.
- Parte 1: Corrente alternata
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 50522 (CEI: 99-3): Impianti di terra per impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto"
- CEI 106-11 – fasce di rispetto per gli elettrodotti aerei
- CEI 211-4 – Metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"
- DK 4250: "Criteri di impiego e taratura delle protezioni e degli automatismi ad esse associati per reti AT"
- DK 4251 "Criteri di protezione rete AT di distribuzione"

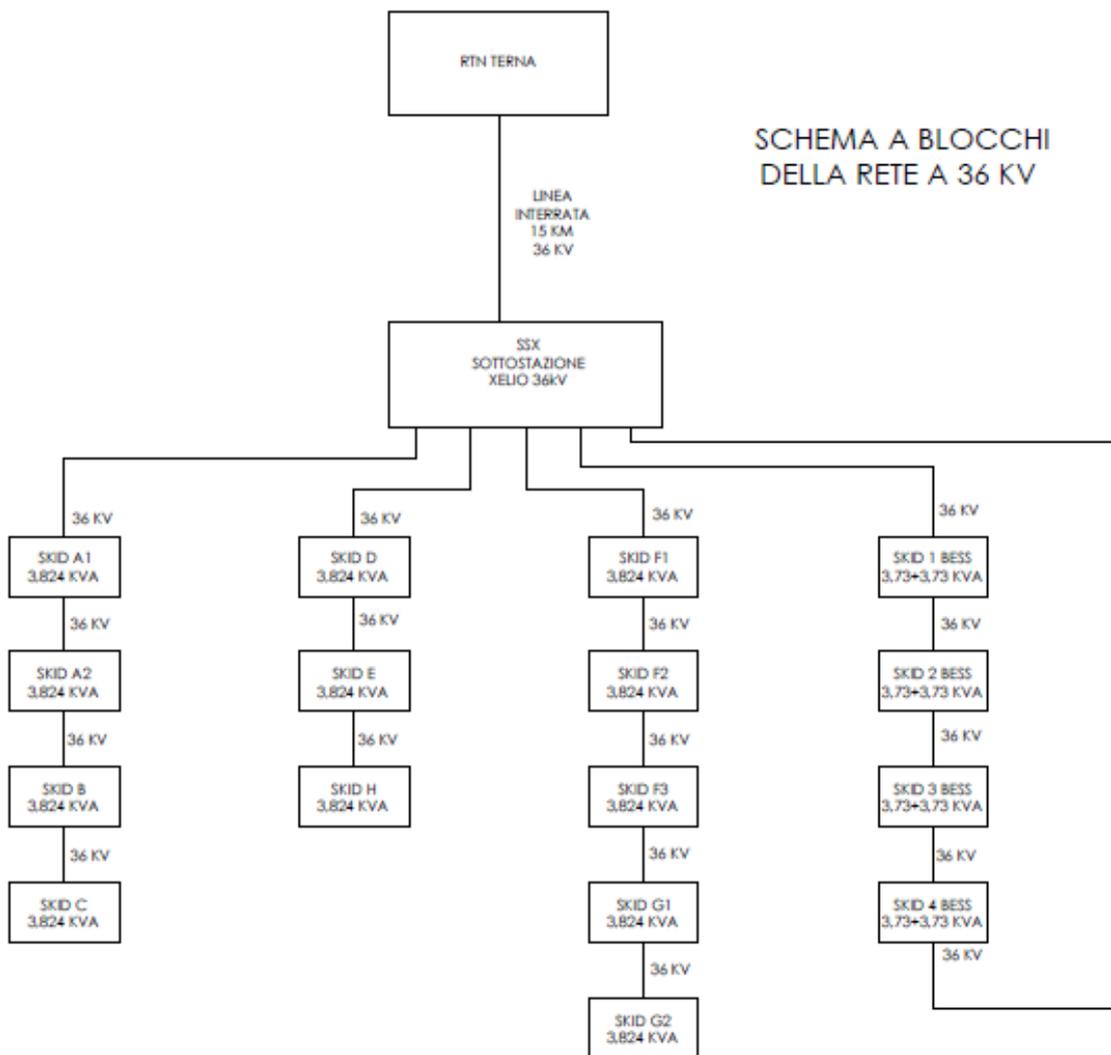
-
- DK 4280: “Correnti di guasto a terra nelle reti AT”
 - DK 4281 “Impianti di terra delle cabine primarie”
 - DK 4452: “Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento delle protezioni di rete e di utenza”
 - DK 4460: “Corrente di guasto a terra nelle reti MT”
 - DK 4461: “Impianti di terra delle cabine secondarie”
 - DK 5550: “Criteri di allacciamento di impianti utilizzatori comprendenti forni ad arco a corrente alternata”
 - "Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete" di TERNA
 - (Codice di Rete)
 - Regio Decreto 11 dicembre 1933 n. 1775 “Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici” - D.P.R. 8 giugno 2001 n. 327 “Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità” e s.m.i.
 - Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
 - D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
 - Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
 - D.M. 12 Settembre 1959 “Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro”
 - D.M. 25 settembre 1992 “Approvazione della convenzione-tipo prevista dall'art. 22 della legge 9 gennaio 1991, 9, recante norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”.
 - Tabelle e specifiche di riferimento UE di riferimento per i componenti di impianto
 - Norme CEI EN ed UNI di riferimento per i componenti di impianto
 - DM 11/03/1998 – Norme tecniche riguardanti indagini su terreni e sulle rocce, ...
 - D.M. Infrastrutture 14/01/2008 – NTC
 - ICP01 – Nota operativa – Progettazione, esecuzione e collaudi degli impianti di connessione realizzati a cura del Produttore – rev. 01 del 30/10/2009
 - Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione, come da ultimo modificata con Edizione 3.0 – Marzo 2012;
 - Allegato A68 di TERNA: “CENTRALI FOTOVOLTAICHE - Condizioni generali di connessione alle reti AT - Sistemi di protezione regolazione e controllo”, edizione marzo 2023.

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DA REALIZZARE

L'intervento in progetto può essere suddiviso dal punto di vista elettrico nelle seguenti parti:

- Impianto fotovoltaico della potenza pari a 40,105 MWp:
- Impianto di accumulo della energia di potenza pari a 25 MW con 4 ore di scarica
- Impianto di connessione alla rete a 36 kV di TERNA

Nei paragrafi seguenti saranno descritti l'impianto fotovoltaico ed il sistema di accumulo (BESS: Battery Energy Storage System).



3.1 Architettura generale dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico sarà composto da n. 58.548 moduli fotovoltaici bifacciali da 685 Wp, con potenza complessiva di 40.105,38 kWp che saranno alloggiati su strutture ad inseguimento monoassiale est-ovest, con rotazione assiale ed azimut fisso, collegati a 12 Skid Ingeteam Ingecon Sun 3825TL, in ciascuno dei quali sarà alloggiato n. 1 inverter Ingeteam C690 con potenza nominale AC di 3824 kW. La potenza nominale dei 12 inverter sarà di $3824 \times 12 = 45,888$ MW

L'energia prodotta nelle dodici Power Station sarà trasformata da 690 V AC a 36 kV da n. 12 trasformatori da 3800 kVA. In ciascuno dei 12 skid sarà previsto un trasformatore da 40 kVA 690/400 V, Dyn11, per la gestione dei servizi elettrici dell'area.

L'intera area sarà suddivisa in otto campi fotovoltaici, denominati: Campo A, Campo B, Campo c, Campo D, Campo E, Campo F, Campo G, Campo H.

In ognuno degli otto campi FV saranno realizzati due locali per il deposito degli attrezzi e per i Servizi Ausiliari (LSA), dove saranno alloggiati anche i sistemi di controllo, monitoraggio e acquisizione dati.

L'energia prodotta e trasformata a 36 kV negli skid sarà convogliata alla Stazione di Smistamento e da questa alla Stazione Elettrica di TERNA.

In definitiva relativamente all'impianto fotovoltaico saranno presenti le seguenti officine elettriche:

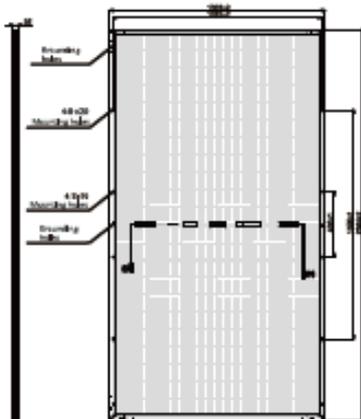
Tipologia di SKID (Cabina MT/BT + inverter)	Potenza Inverter, in kW AC	Denominazione	Campo Fotovoltaico	Linea 36 kV
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	A1	A	Linea 1
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	A1		
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	B	B	
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	B	C	
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	D	D	Linea 2
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	E	E	
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	H	H	
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	F1	F	Linea 3
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	F2		
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	F3		
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	G1	G	
SKID Ingecon Sun 3825TL	3824	G2		
Tipo di inverter Storage	Potenza inverter in scarica AC			Linea 36 kV
SKID Ingecon PowerStation 7860 FSK HV C Series	3928+3928 kVA In scarica			Linea 4 A Linea 4 B
SKID Ingecon Sun 3825TL	3928+3928 kVA In scarica			
SKID Ingecon Sun 3825TL	3928+3928 kVA In scarica			
SKID Ingecon Sun 3825TL	3928+3928 kVA In scarica			

Per i dettagli dei suddetti locali si rimanda all'elaborato *AS_ALV_G.3.1.3 Planimetria Generale di Progetto* e all'elaborato *AS_ALV_G.3.1.1 Schema unifilare generale* per la interconnessione elettrica.

3.1.1 Pannelli Fotovoltaici

I pannelli sono elementi di generazione elettrica e possono essere connessi in serie o parallelo, a seconda della tensione nominale richiesta. I pannelli sono costituiti da un numero ben definito di celle fotovoltaiche protette da un vetro e incapsulate in un materiale plastico. Il tutto racchiuso dentro una cornice metallica, che in alcuni casi non è presente (glass-glass). Le cellule fotovoltaiche sono costituite di silicio. Questo materiale permette che il pannello produca energia dal mattino alla sera, sfruttando tutta l'energia messa a disposizione dal sole. Uno strato antiriflesso incluso nel trattamento della cella assicura uniformità di colore, rendendo il pannello esteticamente più apprezzabile. Grazie alla robusta cornice metallica in alluminio anodizzato, capace di sostenere il peso e le dimensioni del modulo, e grazie alla parte frontale costituita da vetro temprato antiriflesso con basso contenuto di ferro, i pannelli soddisfano le restrittive norme di qualità a cui sono sottoposti, riuscendo a adattarsi alle condizioni ambientali di installazione per tutta la vita utile del pannello. La scatola di derivazione contiene le connessioni per polo positivo e negativo e include 2 diodi che permettono di ridurre le perdite di energia dovute a ombreggiamento parziale dei moduli, proteggendo inoltre elettricamente il modulo durante il verificarsi di questa situazione. Grazie alla loro robustezza, non hanno problemi ad adattarsi a condizioni ambientali avverse, come precedentemente affermato, hanno una vita utile superiore ai 20 anni. I pannelli saranno connessi all'impianto di terra secondo la normativa vigente (Sistema IT). Per questo progetto è stato selezionato il seguente pannello bifacciale: RISEN Energy RSM132-8-685BNDG, di potenza nominale pari a 685 W, con massima tensione di funzionamento 1500 V DC, efficienza 22,1% . Per le caratteristiche si veda la figura seguente:

Dimensions of PV Module



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-6-600BNDG	RSM132-6-670BNDG	RSM132-6-675BNDG	RSM132-6-680BNDG	RSM132-6-685BNDG	RSM132-6-690BNDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	665	670	675	680	685	690
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.98	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	17.84	17.90	17.96	18.02	18.08	18.14
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.16	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Imp(A)	16.99	17.04	17.09	17.14	17.19	17.24
Module Efficiency(%) *	21.4	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
 Bifacial factor: 80% ±5 * Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Total Equivalent power -Pmax(Wp)	732	737	743	749	754	760
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.98	47.17	47.36	47.55	47.74	47.93
Short Circuit Current-Isc(A)	19.62	19.69	19.76	19.82	19.89	19.95
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	39.16	39.34	39.52	39.70	39.88	40.06
Maximum Power Current-Imp(A)	18.69	18.74	18.80	18.85	18.91	18.96

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

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-6-600BNDG	RSM132-6-670BNDG	RSM132-6-675BNDG	RSM132-6-680BNDG	RSM132-6-685BNDG	RSM132-6-690BNDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	503.8	507.6	511.4	515.3	519.1	523.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	43.69	43.87	44.04	44.22	44.40	44.57
Short Circuit Current-Isc (A)	14.63	14.68	14.73	14.78	14.83	14.87
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	36.34	36.51	36.67	36.84	37.01	37.18
Maximum Power Current-Imp (A)	13.86	13.90	13.95	13.99	14.03	14.07

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	N-type
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	41kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)230mm (Connector included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

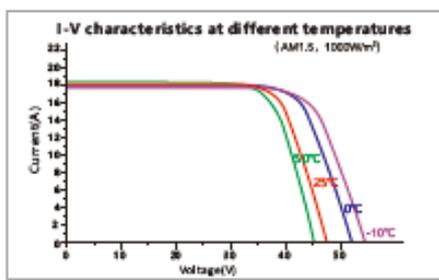
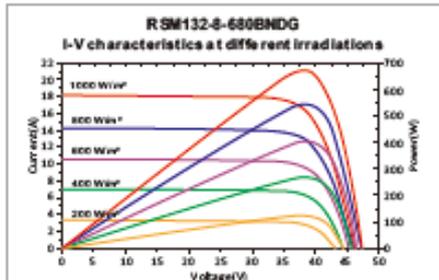
TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

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

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Box gross weight[kg]	1315

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
 ©2022 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this data sheet are subject to change without notice.
 No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings.
 Its granted unless as otherwise specifically confirmed by manufacturer in contract document.



Our Partners:

Tabella 1 – Caratteristiche elettriche pannello fotovoltaici JA SOLAR da 630 W (cerchiato in rosso)

3.1.2 Strutture porta moduli (Tracker)

Come struttura porta moduli è stata selezionata la seguente opzione: Inseguitore mono-assiale orizzontale. La struttura verrà dimensionata secondo la normativa locale in termini di carichi di vento e neve e secondo la normativa sismica locale. Il sistema inseguitore realizza l'inseguimento del sole ruotando da est a ovest su un asse orizzontale nord-sud. In generale l'inseguitore è dotato di una barra centrale, mossa da un attuatore, che trasmette il movimento a diverse file (inseguitore multifila). In caso di inseguitore monofila ciascuna fila avrà il proprio attuatore. La rotazione massima permessa è di $\pm 60^\circ$. Nel caso in oggetto, è stato selezionato l'inseguitore monofila, che si adatta meglio all'andamento non omogeneo del terreno. Ciascun modulo di inseguitore conterrà di norma 28 moduli. La distanza tra le file sarà di 5 m. Il sistema di controllo dell'inseguimento verrà programmato attraverso un algoritmo con orologio astronomico che tiene conto della traiettoria solare. La figura sotto mostra una vista prospettica dei trackers.

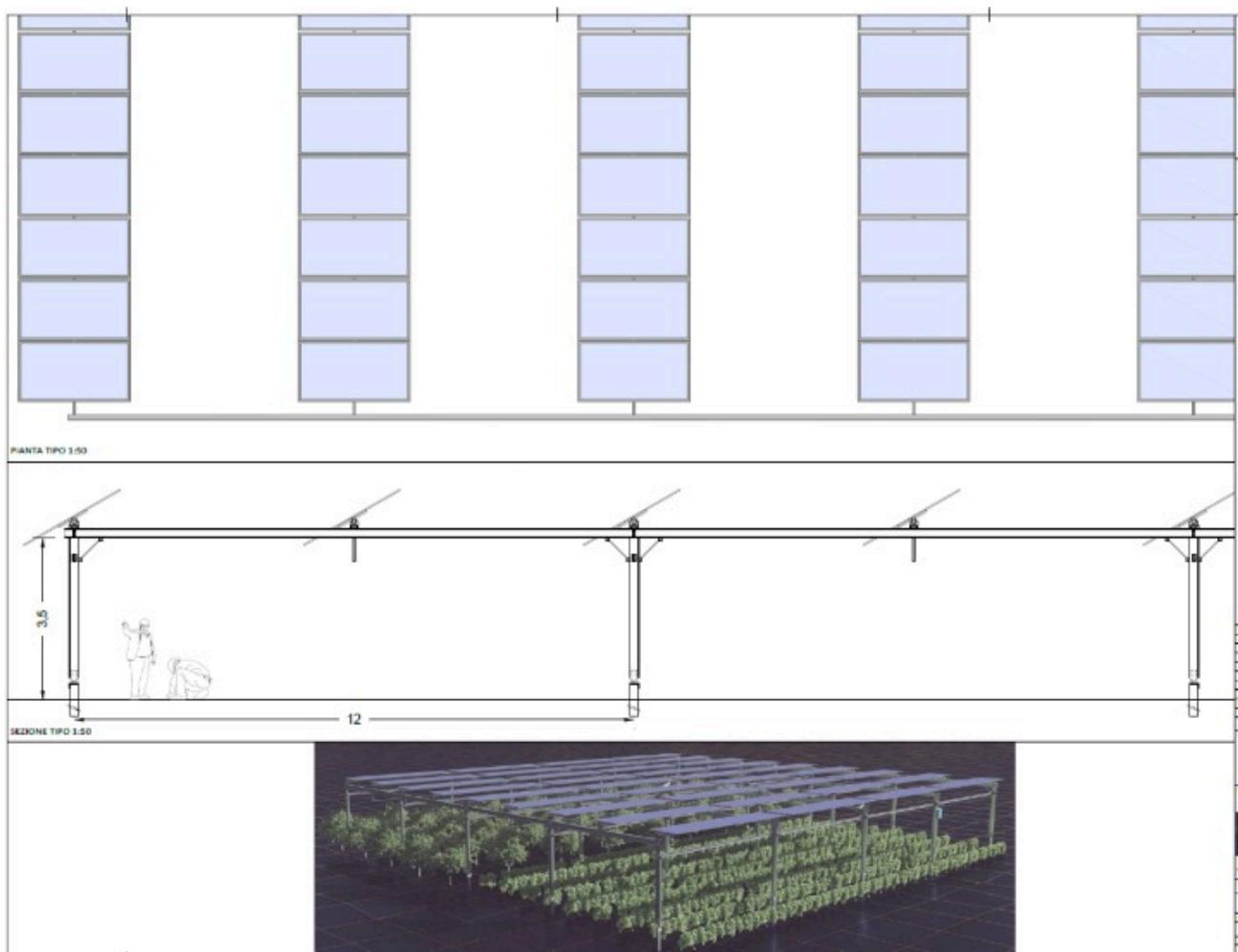


Figura 1 – Vista in prospettiva degli inseguitori

3.1.3 Inverter

L'inverter è una parte fondamentale dell'installazione. Esso permette la conversione dell'energia in corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici. L'apparecchiatura selezionata sarà un inverter trifase da 3824 kVA nominali (30°C), di marca Ingeteam o similare. Gli inverter verranno posizionati in maniera tale da ridurre le

perdite e le sezioni dei cavi nei tratti in continua. L'inverter selezionato assicura il massimo rendimento nelle condizioni di installazione e la riduzione di fermate inattese. L'inverter sarà dotato di un sistema master-slave automatico, modulare e ridondante. Ogni notte l'inverter selezionerà il master in base all'energia prodotta da ciascuno dei moduli slave. In questo modo il carico di lavoro verrà distribuito omogeneamente fra tutti i moduli. Il modulo master avrà disponibili fino a 10 curve di efficienza, utilizzabili per ottenere il massimo rendimento in tutti i ranghi di potenza. Il modulo master gestirà i moduli slave in modo da massimizzarne l'efficienza. Il sistema di ventilazione indipendente in ciascun modulo riduce il consumo di energia. L'inverter riduce al minimo l'uso dell'energia in stand-by e a basso carico. Ciascuna zona calda del modulo ha 4 ventilatori indipendenti controllati attraverso dei sensori di temperatura opportunamente posizionati. La potenza in uscita dall'inverter si riduce lievemente fino ad arrivare a 50°C, grazie al sovradimensionamento degli IGBT, al disegno meccanico e al sistema di ventilazione. A partire da 50°C si ha un "derating" come mostrato nei grafici successivi. La gestione e il supporto di rete è un'altra funzione molto importante di cui è dotato l'inverter. Per questo è dotato di un'interfaccia di controllo di potenza (PCI) capace di seguire le istruzioni che provengono dall'operatore di rete. L'inverter è capace di regolare la potenza attiva in funzione della frequenza di rete, in conformità con la normativa vigente. In caso di buchi di tensione o guasti in rete, l'inverter avrà la possibilità di immettere potenza reattiva per contribuire alla stabilità della rete stessa. La parte elettronica dell'inverter rimarrà completamente isolata dall'esterno, realizzando così una protezione massima senza l'ausilio di filtri anti polvere. Di seguito sono riportate le caratteristiche dell'inverter selezionato.



INGECON® SUN FSK C Series

Medium voltage Power Station customized up to 7.65 MVA, with all the components supplied on top of the same skid platform

This medium-voltage solution integrates all the necessary elements to develop a large-scale solar PV plant.

Maximize your investment with a minimal effort

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

Higher adaptability and power density

This power station is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel platform together with the LV and MV components, including the PV inverters. Moreover, it features one of the market's greatest power densities.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment (up to 7.65 MVA), liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV and provision for low voltage equipment. The MV Skid is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to two PV inverters from Ingeteam's INGECON® SUN 3Power C Series inverter family.

Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the auxiliary services panel, the MV switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the 3Power C Series central inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

Maximum protection

Ingeteam's 3Power C Series central inverters feature an IP65 protection class for their power stacks thanks to a combined water and air cooling system that optimises the operating temperature of the power electronics.

Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.

TURNKEY SOLUTION

for utility-scale PV plants with central Inverters



TRANSFORMERLESS PV INVERTER

with an extra thermal stability and a greater power density

Up to 3.8 MVA at 1,500 V

Greater power density

This solar PV inverter achieves a market-leading power density of 492 kVA/m², as it provides up to 3,825 kVA KVA in just one power stack.

Latest generation electronics

The INGECON® SUN 3Power C Series PV inverter features an innovative control unit that performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor.

Liquid Cooling System (LCS)

Ingeteam has already supplied +52 GW of liquid-cooled wind power converters worldwide. It offers a greater thermal stability and a more optimized component usage. The LCS has been designed to refrigerate the IGBTs, the power phases and the IP65 compartment. It features less moving components, so it consumes a lower amount of power and it requires less maintenance works.

The LCS is a closed circuit supplied totally filled and purged, equipped with fast connectors with an anti-dripping system, so it offers zero risk of particle entrance. It has been designed to avoid siphons in order to easily purge it if necessary. The coolant used is a biodegradable glycol water mixture. There is no need of emptying the LCS in order to replace the phases, nor the sensors.

IP65 protection

A secondary liquid cooling system is used to refrigerate the air inside the IP65-protected compartment. A water-air heat exchanger is used for that. This compartment contains the power and control electronics, the DC fuses, the DC and AC protections, the busbars and the power phases.

Monitoring and communication

Dual Ethernet to communicate with the SCADA and the PPC (power plant controller). Moreover, it features Wi-Fi communication as access point to connect with the inverter during commissioning and O&M works. Ingeteam's advanced PV plant monitoring system INGECON® SUN Monitor is also available at no extra cost. The Smartphone application of the INGECON® SUN Monitor -available on the App Store and on the Play Store- makes it easier and more comfortable to monitor the PV plant.

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

Advanced grid support



Low Voltage Ride Through



Fast Frequency Regulation



Reactive Power at Night



Voltage Droop Control



Active Power Reserve Without Batteries



Grid Following & Grid Forming



Black Start Capability

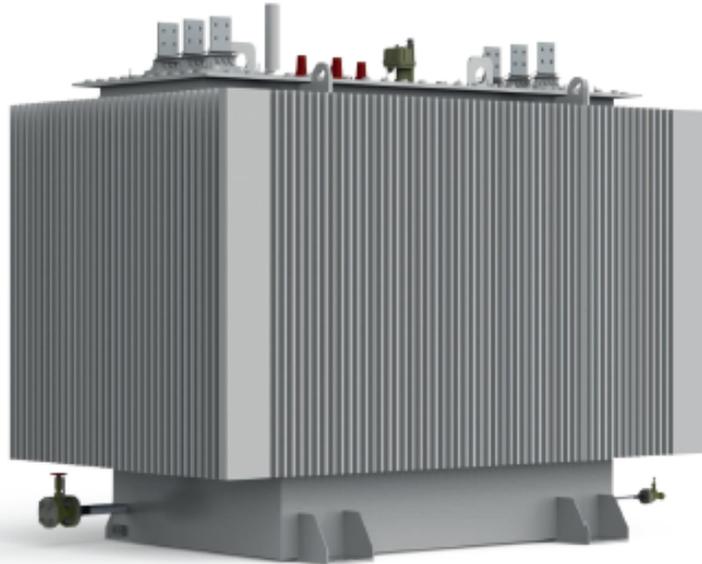


Automatic Voltage Regulation

INGECON® SLIN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	9,000 W						
Stand-by or night consumption ⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m ³ /h						
Average air flow	12,000 m ³ /h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, PD.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), C99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions. ²⁾ Vmp,min is for rated conditions (V_{oc}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems. ³⁾ Consider the voltage increase of the "V_{oc}" at low temperatures. ⁴⁾ Other AC voltages and powers available upon request. ⁵⁾ For P₀>25% of the rated power. ⁶⁾ For P₀>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4. ⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

TURNKEY SOLUTION
 for utility-scale PV plants with central inverters



Three-phase oil-insulated LV / MV transformers

Medium Voltage Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

Ingeteam provides highly performing LV / MV three phase oil-insulated type transformers. Power ratings are available up to 7,650 kVA, with voltage ratings (MV side) from 10 up to 36 kV.

The transformers are classified as per the IEC 60076 standard, offering the following benefits:

- Reduced power losses.
- Reduced maintenance needs.
- Suitable both for internal or external use.

The voltage value at the secondary winding (LV side) is compatible with the inverter output voltage from 366 V to 690 V.

STANDARD FUNCTIONS

- Reduced power losses. Other power losses upon request.
- Electrostatic shield reducing disturbances, distortions and overvoltages.
- DGPT2 / DMCR relay.
- Mineral oil insulation.

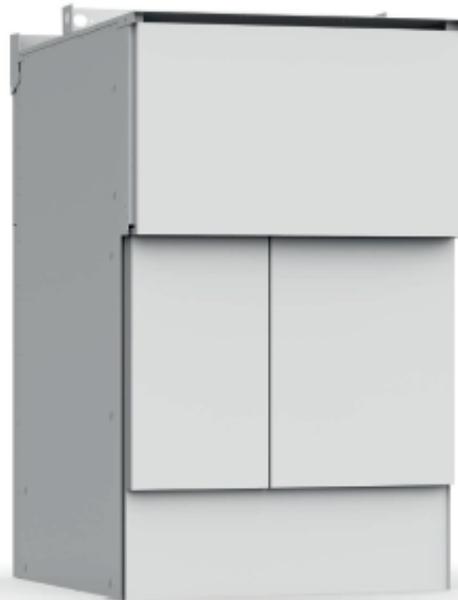
FUNCTIONS AVAILABLE UPON REQUEST

- Natural ester dielectric insulation fluid (fire point > 300 °C)
- Copper windings.
- Other functions available upon request.

MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

General Information	
Category	Hermetic mineral oil-insulated transformer
Rated frequency	50 / 60Hz
Efficiency at rated power	Standard IEC or Tier II
Primary voltage regulator	± 2 x 2.5%
Insulation class	24 kV, 36 kV or 40.5 kV
Short-time withstand voltage	85 kV
Impulse withstand voltage	200 kV
Primary /secondary conductive material	Aluminium / Aluminium
Vector group	Dy11 for one C Series inverter and Dd0y11 for two C Series inverters
HV bushing	Type C - 40.5 kV 630 A [Ⓢ]
Corrosion degree	C4H
Insulation oil	According to IEC 60292
No load current	< 1%
Max. inrush current peak	< 12 x I _n [Ⓢ]
Installation	Outdoor
Cooling type	ONAN
Max. altitude above sea level [Ⓢ]	4,500 m
Short-circuit impedance at 75 °C	7.5%, 8% [Ⓢ]
General features	Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / DMCR relay

Notes: [Ⓢ] Double secondary required for four B Series inverters or for two C Series inverters [Ⓢ] For installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department.



Medium Voltage Switchgear

Different MV gas-insulated switchgear adapted to every customer's needs

Ingeteam offers a number of configuration options for the Medium Voltage feeder, tailored to suit the needs of each specific customer.

In all cases, gas-insulated metal-enclosed switchgear is used, manufactured according to standard IEC 62271-200.

The key technical features, based on the insulation voltage required, are as follows:

TECHNICAL FEATURES

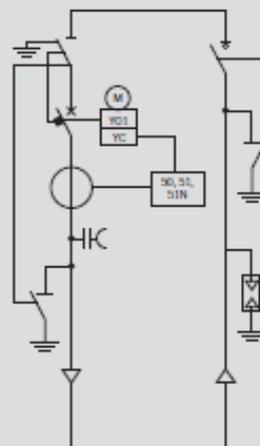
- Breaking capacity 16 kA - 1 s.
- DIN EN 50181 type C plug-in connectors.
- Intrinsically safe operation through interlocks.
- Additional interlocking for transformer room access.
- Optional fused protection available up to 2330 kVA (check climatic conditions).
- Optional circuit breaker protection with 50 / 51 - 50N / 51N function and self-powered protection relay available in the complete power range.
- IP65 for the gas insulated parts.
- Standard Temperature range: from -25 °C to +40 °C.
- Voltage presence indicators and gas pressure display.

	Class 24 kV	Class 36 kV
General Information		
Rated Voltage (Ur)	24 kV	36 kV
Rated Insulation level (U _{di})	50 kV	70 kV
Rated lightning impulse withstand (U _{lp})	125 kV / 145 kV	170 kV / 195 kV
Rated frequency (fr)	50-60 Hz	50-60 Hz
Rated normal current (In) and temperature raise	630 A @ 40 °C	630 A @ 40 °C
Rated short time withstands current (Ip)	16 kA, 20 kA, 25 kA (optional)	16 kA, 20 kA, 25 kA (optional)
Rated peak withstand current (I _p)	40 kA (50 kA opt)—50 Hz 41,6 kA (52 kA opt)—60 Hz	40 kA (50 kA opt)—50 Hz 41,6 kA (52 kA opt)—60 Hz
Rated duration of short-circuit (tk)	1 s (3 s optional)	1 s (3 s optional)
Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U _{ia})	24 Vdc	24 Vdc
Installation	Outdoor or indoor	Outdoor or indoor

1L1C

Line entry with disconnector and earthing disconnector + transformer position with circuit breaker with 50-51 and 50N-51N protection functions and earthing disconnector.

Typical end of line configuration.



TURNKEY SOLUTION
 for utility-scale PV plants with central inverters



Auxiliary services panel

The auxiliary services panel is equipped with all the necessary protection and communications elements.

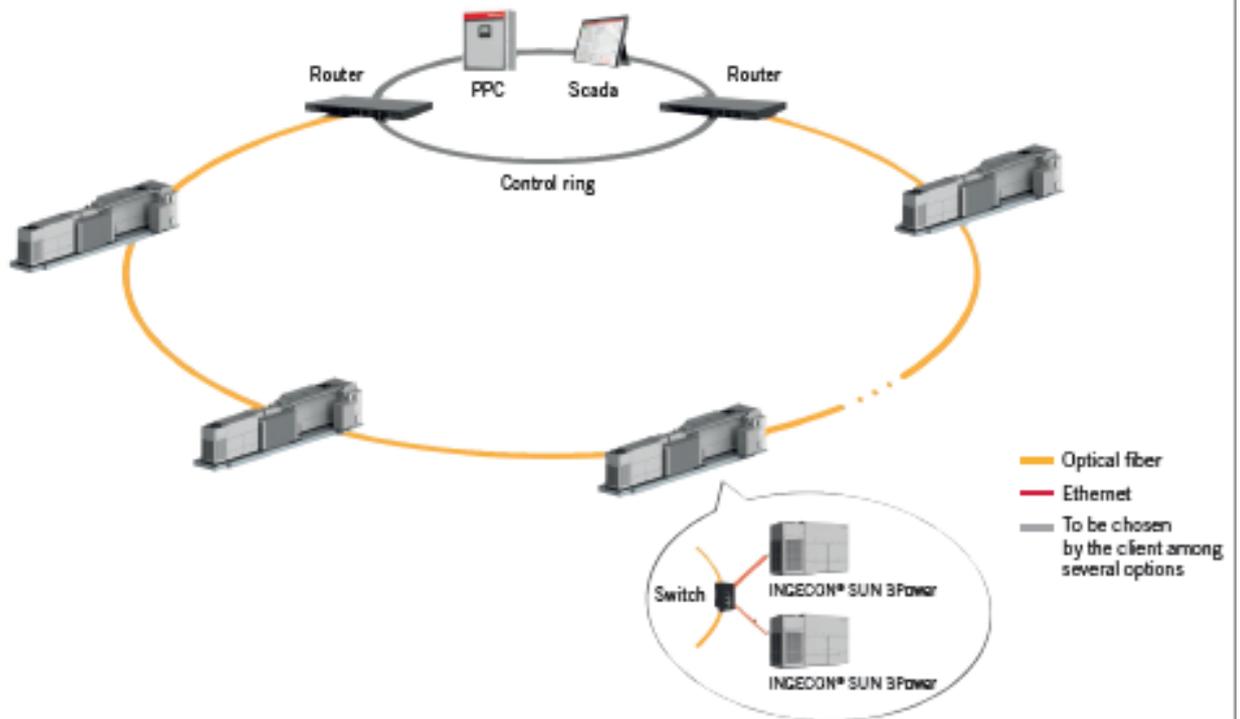
It features an Ingeteam's remote terminal unit (RTU), INGESYS IC2, with analog and digital inputs, and digital outputs to monitor the status of all the components inside the power station. This RTU is connected to the fiber optic patch panel that is also connected to the power plant controller (PPC) through the plant's communication network.

Also, this panel integrates type II surge arresters, several circuit breakers and switches.

On the other hand, the auxiliary services panel features a 24-V UPS that guarantees from 10 minutes up to 3 hours of autonomy for the communications.

The power supply for this panel comes from a 30-kVA auxiliary services transformer (Dyn11, IP54), also integrated inside the power station.

Auxiliary services panel	
General information	
Voltage	400 Vac three phase
Auxiliary services transformer	30 kVA
UPS capacity	from 10 minutes up to 3 hours
Ambient temperature	from -20 °C to 50 °C
Relative humidity (non-condensing)	0-100%
Dimensions (W x D x H)	1,000 x 300 x 1,900 mm
Weight	250 kg
Protection class	IP56
Mechanical resistance	IK10
Corrosion protection	CSH
Maximum altitude	2,000 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)
Cooling system	Forced air ventilation
Marking	CE
Remote Terminal Unit (RTU) INGESYS IC2	
Digital inputs	48
Digital outputs	16
Analog inputs	5
Communications	
Modbus TCP RJ45	2 ports
RS-485	Up to 4 ports



Communications network

In a photovoltaic plant, the power plant control systems are increasingly fast, precise and demanding. For this reason, the communications network is a key factor in order to guarantee a correct solar plant operation. The distribution of the inverters in the communications network depends on many factors, such as the land's variability, the electric connection, the number and rated power of inverters, etc.

Thus, it is crucial to perform correct power plant sizing and design from the beginning.

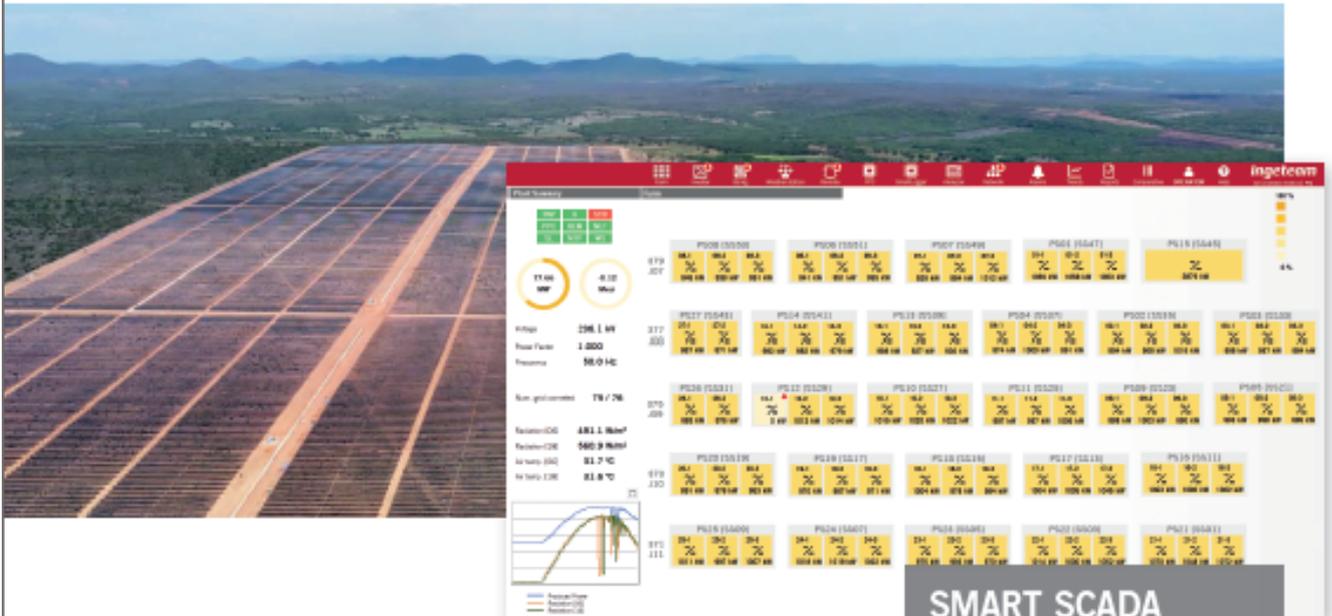
Power plant controller

Ingeteam's power plant controller features a control algorithm with response times of less than 10 milliseconds, thanks to which it can develop a precise and effective control of the active and reactive power injected to the grid.

Power plant controller (PPC)	
Communication	
Standard protocols	Modbus / TCP (client and server), FTP (client and server), NTP (client and server)
Compatible protocols	Modbus / RTU (Master and slave), I01 (Slave), I04 (Slave), DNP3 (Slave), OPC UA (Server)
Outer connectivity	10 / 100BaseT(X), 100BaseFX with patch panels
Managed communication	Optional
Redundancy	Optional
General Data	
Dimensions (H/W/D)	1,005 / 860 / 360 mm
Weight	120 kg
Protection class	IP65
Operating temperature	-20 to 50 °C / -4 to 122 °F
Maximum altitude ¹⁾	2,000 m
Marking	CE
Standards	IEC 61000-4-30, IEC 62586-1, IEC 61131-3, IEC 60204-1, IEC 61439

Notes ¹⁾ For installations beyond the maximum altitude, please contact Ingeteam's solar sales department.

TURNKEY SOLUTION
 for utility-scale PV plants with central inverters



Smart SCADA to manage daily operations and optimise asset performance

SMART SCADA
 A system that enables to improve the management of the overall power plant

Ingeteam's SCADA is a smart system that enables to improve the management of the overall power plant, adopting best-in-class digital tools to create a complete suite, accompanying the data from real-time acquisition to supporting O&M and strategic management decisions. Ingeteam offers a modular platform divided into two modules:

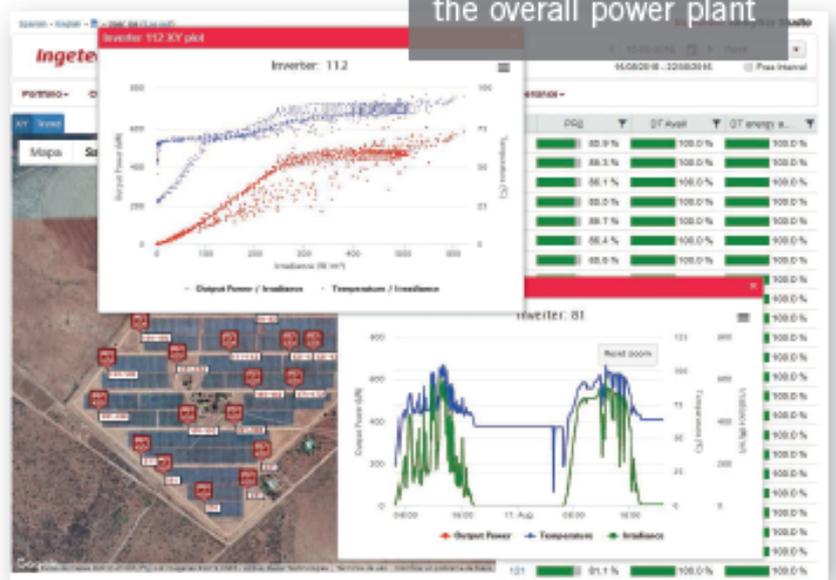
Real-time monitoring and operation

This module is responsible for the real-time data acquisition and permits the operation of the assets. It provides highly interactive graphical interface allowing for an optimised real-time operation through a unified graphical interface.

Analytics Studio

This module permits the advanced analytics of SCADA data and makes it possible to focus efforts on the optimization of the asset's production with the use of the following features:

- Key performance indicators (KPIs).
- Alarm statistics.
- Analysis of the weather station's measurements.
- Analysis of the PV array.
- Comparison between inverters.
- Flexible alert configuration.
- Detection of atypical values.
- Generation of reports.
- Interactive data exploration.
- Advanced graphic displays.

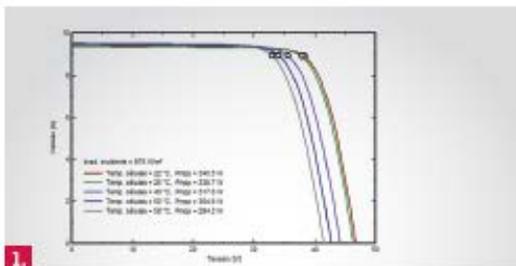




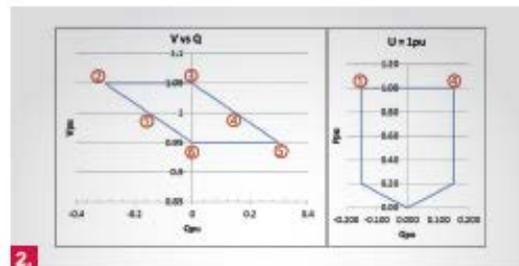
Power plant sizing and grid code compliance

Ingeteam has developed its own PV plant sizing tool, with which we can choose all the parameters and guarantee any grid code compliance in four simple steps:

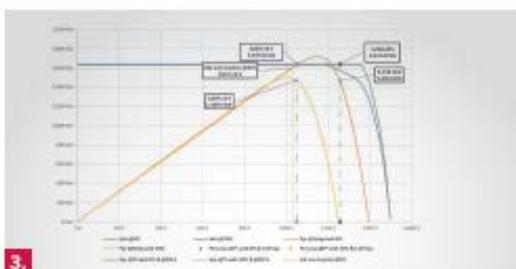
1. Evaluation of the PV module parameters from PVsyst.
2. Evaluation of the country's grid code requirements.
3. Evaluation of the model and number of solar inverters.
4. Final simulation to ensure the grid code compliance.



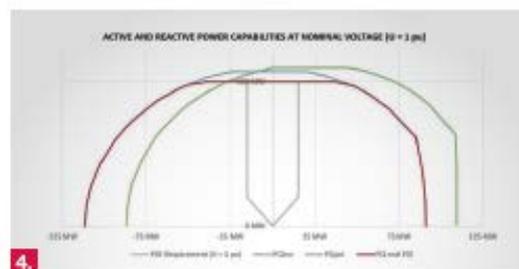
1. EVALUATION OF THE PV MODULE MODEL



2. +30 GRID CODES AVAILABLE
 Evaluation of the grid code's requirements



3. EVALUATION OF THE INVERTER MODEL
 Automatic calculation to obtain the best operation point.



4. FINAL ANALYSIS
 The final results are uploaded into DigSILENT, thus the customer can simulate his/her own PV plant with real P and Q values for the chosen DC voltage.

3.2 SISTEMA DI ACCUMULO

Il sistema di accumulo o BESS (Battery Energy Storage System) sarà posizionato in prossimità della cabina di smistamento, nel Campo A.

Il BESS avrà una potenza nominale, in scarica, di 25.368 kVA @50°C e sarà formato da 4 skid ciascuno provvisto di 2 inverter da 3171 kVA @50°C.

Gli inverter 1 e 2, associati al primo skid, saranno collegati ciascuno a 5 shelter SAFT Intensium Shift; ogni shelter avrà capacità di accumulo di 3 MWh, 0,75 MW di potenza in scarica e tempo di ricarica in 4 h.

Gli inverter 3-4 (skid 2), 5-6 (skid 3), 7-8 (skid 4) saranno associati ciascuno a 4 shelter SAFT Intensium Shift; ogni shelter avrà capacità di accumulo di 3 MWh, 0,75 MW di potenza in scarica e tempo di ricarica in 4 h.

Il BESS avrà una capacità di accumulo complessiva pari a 102 MWh.

Di seguito si riportano i data sheet degli skid dello Storage e degli shelter associati.

INGECON
SUN STORAGE
PowerStation FSK HV C Series 1,500 Vdc

CONSTRUCTION

- Steel base frame.
- Suitable for slab or piers mounting.
- Compact design, minimising freight costs.
- Minimum installation at project site.

OPTIONAL ACCESSORIES

- Auxiliary services transformer (up to 60 kVA, Dyn11).
- MV Surge arresters.
- Low voltage distribution panel (IP56).

- High-speed Ethernet / fibre optic communication infrastructure for Plug & Play connection to the Power Plant Controller and/or SCADA systems.
- Energy meter for auxiliary services and/or energy production.
- Insulation monitoring relay for continuous monitoring of IS systems insulation.

STANDARD EQUIPMENT

- Up to two storage Inverters with an output power of 7.86 MVA.
- Liquid-filled hermetically-sealed transformer up to 38 kV.
- 11.1kV MV switchgear (2L1C optional).
- Oil-retention tank.
- Metal frame for installation of LV equipment.

COMPONENTS

PLANT CONFIGURATION

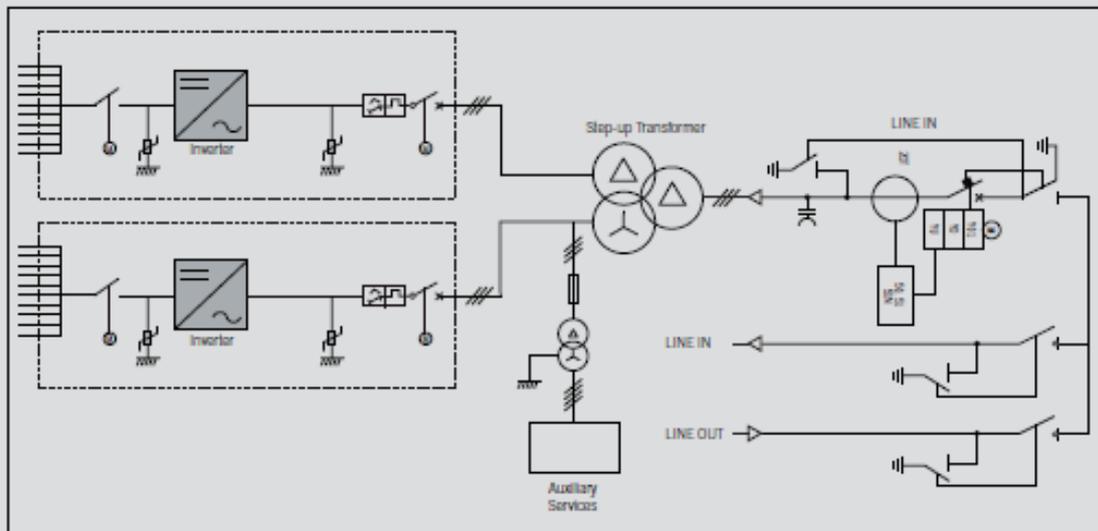
Ingeteam

INGECON SUN STORAGE PowerStation FSK HV C Series 1,500 Vdc

	3930 FSK HV C Series	7860 FSK HV C Series
General information		
Number of inverters	1	2
Discharge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ¹⁾	3,928 kVA / 3,171 kVA	7,856 kVA / 6,342 kVA
Discharge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,700 A / 2,180 A	
Charge power @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C) ¹⁾	3,730 kVA / 3,013 kVA	7,460 kVA / 6,026 kVA
Charge current @1,500 Vdc (30 °C / 50 °C)	2,564 A / 2,071 A	
Operating temperature range	from -20 °C to +60 °C	
Relative humidity (non condensing)	0 - 100%	
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 1,000 masl)	
Step-up Transformer		
Medium voltage	From 20 kV up to 38 kV, 50-60 Hz	
Cooling system	ONAN	
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) ²⁾	99.40%	
Protection degree	IP54	
MV Switchgear (RMU)		
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV	
Rated current	630 A	
Cooling system	Natural air ventilation	
Protection degree	IP54 (IP55 optional)	
Equipment		
Auxiliary services panel	Standard version (optional monitoring system)	
Step-up transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer	
MV Switchgear	11kC cells (ZLIC optional)	
Mechanical information		
Structure type	Hot dip galvanized steel skid	
Dimensions Full Skid (W x D x H)	9,500 x 2,600 x 2,620 mm	11,390 x 2,600 x 2,620 mm
Weight	16 T	25 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

Notes: ¹⁾ Data calculated with the inverter model INGECON® SUN STORAGE 3930TL HV C840. For other storage inverter models, please contact Ingeteam's BESS sales department
²⁾ For European installations, ECO design according to the EU 548/2014 and EU 2019/1783 standards.

Example of configuration with two HV C series storage inverters





Intensium® Shift

3.0MWh high energy lithium-ion battery storage container

The Intensium® Shift is Saft's modular and ready to install containerized Energy Storage System (ESS), enabling space-optimized utility-scale storage solutions for renewables and power grids.

Benefits at a glance

1 Compact modularity

- 3 MWh high energy building block suitable for storage projects up to Gigawatt-hours scale
- Able to address 2 to 8 hours applications through multiple container paralleling
- Reduced floorspace per MWh for full system installation compatible with most Power Conversion Systems available in the market

2 De-risked projects

- Full system including controls designed by Saft
- Fully assembled, tested and certified in Saft factories
- Easy transport by road and sea
- Quick and cost-effective installation, 'plug and play' delivered

3 Maximized economics

- Optimized energy and power availability over state of charge
- Multiple charge-discharge cycles per day with minimum auxiliary consumption
- Long lifetime cells and optimum thermal management
- High availability and service ability

4 Low maintenance

Real-time battery control, supervision and big-data publishing platform for enhanced analytics and services with Saft I-Sight

5 Safety driven design

Guaranteed safe behavior during operations and in case of an abusive event, protecting assets, operators and first responders



Built with Lithium Iron Phosphate (LFP) cells, the Intensium® Shift is a fully integrated storage system with high levels of safety and operational reliability designed for 2 to 8 hours energy shifting applications. Thanks to its line-up architecture with modular, 'plug and play' building blocks, large utility systems can be realized quickly and with minimum space occupancy

Applications

- Renewable integration: smoothing, shifting, minimizing curtailment
- Peaking capacity
- Transmission & Distribution grid support

Features

Advanced industrial design offering highest safety and robustness

- 20-foot outdoor container with reduced installation distance requirements
- Integrated thermal management system, safety barriers and control interfaces with easily accessible control and distribution room
- Fully assembled and tested within Saft manufacturing hubs with minimized, fast, and replicable site-works installation

Proven architecture for high availability

- Individually connectible strings with one Battery Management Module per string
- Master Battery Management for global charge and discharge management, auxiliary equipment monitoring and diagnostic functions
- Multi-container paralleling into virtual battery banks. Augmentation enabled





Sophisticated battery management for enhanced operability

- Monitoring and control of voltage, current and temperature
- Balancing of State of Charge (SoC) between cells and strings
- Indication of State of Health (SoH) integrating cycling and calendar aging
- I-Sight digital platform for external communication, remote monitoring and supervision, data management with a high cybersecurity level

Advanced thermal management system based on air conditioning unit and controllable fans

- Optimum operating temperature for long lifetime of battery cells
- Homogeneous temperature across all modules
- High cooling efficiency with individual module control with low energy consumption
- Robust system with low maintenance

Safety design to guarantee safe behavior

- UL9540A compliant
- Short-circuit, over-current, over-temperature and over-voltage management
- Stop push button, disconnect switch
- Fire detection and two levels of suppression systems (gas, water) to fight fires in their initial stages and prevent collateral damages
- Blast panels on the container roof and overpressure valve with integrated flame detector
- Rockwool thermal insulation

Specifications

Electrical	2 hours ¹	4 hours ¹
Rated energy (C/5) ²	3.0 MWh	
Discharge duration	2 - 4 hours	4 - 8 hours
Voltage range	1060 V - 1500 V	
Maximum DC power charge/discharge	1.5 MW	0.75 MW
Rated current charge/discharge	1100 A	550 A
Maximum current charge/discharge	1370 A	690 A

Mechanical

Dimensions (L, W, H)	6.1m, 2.4m, 2.9m / 20ft, 8ft, 9ft 6in
Weight	< 30.5 T
Container protection class	IP 54

Operating & storage conditions

Ambient temperature	-20°C to +45°C (option +55°C)
Design lifetime	≤ 20 years
Altitude above sea level	≤ 2000 meters
Ambient relative humidity	Up to 100%
Painting	C5H
Ambient temperature during storage	-25°C to +55°C (under conditions)
Storage time	Up to 12 months (under conditions)

Standards

Safety	IEC 62619, IEC 62477-1, UL 1973:2022, UL9540A
Marking	CE, UL
Directives	REACH
Manufacturing hubs	ISO 9001, QS 9000, ISO 14000
Cybersecurity	IEC 62443-4-2
Transport (fully populated)	UN3536

¹ Depending of protection scheme selected
² According to IEC 60620



Saft

26 quai Charles Pasqua
92300 Levallois-Perret - France

www.saftbatteries.com
Saft, a subsidiary of TotalEnergies
Saft Groupe SAS au capital de 26 724 876 €
RCS Nanterre 481.480.465



Doc. n° 23001-1122-2 - December 2022 - Data in this document is subject to change without notice and become contractual only after written confirmation by Saft. Photo credits: Saft.

3.3 RETE IN BASSA TENSIONE

3.3.1 Quadri di primo livello

Verranno installati quadri di primo livello con la funzione di proteggere e monitorare le linee provenienti dalle stringhe. I quadri avranno un massimo di 16 ingressi, collegando tra loro in max 16 stringhe. L'inseguitore dell'inverter, unico sarà dotato di modulo opzionale per la connessione di cavi per max 24 ingressi, ciascuno dotato di fusibili di protezione. Il dimensionamento del lato DC dell'impianto prevede mediamente la connessione di 174 stringhe per inverter. Pertanto, per ciascun inverter, saranno presenti 11 quadri di campo a 16 stringhe. I quadri di primo livello verranno montati opportunamente sulla struttura dell'inseguitore, in una posizione tale da ridurre i percorsi dei cavi.

Servizi ausiliari

È previsto un quadro generale servizi ausiliari, alimentato attraverso un trasformatore dedicato, che alimenterà i seguenti circuiti:

- Quadro elettrico Locale Sala Controllo (LSC)
- Illuminazione esterna, circuito antintrusione (CCTV) etc.
- UPS

Inoltre, in ciascuna Cabina di Trasformazione, verrà installato un trasformatore da 40 kVA, alimentato dall'uscita AC dell'inverter, che fornirà alimentazione ai seguenti circuiti:

- Illuminazione
- Circuiti di emergenza
- Ventilazione
- Circuito motori inseguitore
- Circuiti Sting boxes di primo livello
- Circuiti vari

Tutti i circuiti saranno realizzati in conduttore di rame tipo H1Z2Z2-K Eca 1,8 kV DC, con percorsi interrati su tubo corrugato o su passerella metallica. In corrispondenza delle connessioni con i quadri verranno posati su tubi di acciaio. Le derivazioni verranno realizzate in scatole ermetiche mediante morsettiere. Gli ingressi e le uscite delle scatole verranno realizzate con premistoppa. Ciascuna scatola verrà identificata con un codice univoco indelebile e chiaramente visibile per poter facilitarne la manutenzione. Tutte le masse e le canalizzazioni metalliche saranno connesse all'impianto di terra.

Bassa Tensione Low Voltage		H1Z2Z2-K		Fotovoltaico Photovoltaic
CPR (UE) n° 305/11 E_{ca}	Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014			DoP n° 1036/17
EN 50618 CEI EN 60332-1-2 CEI EN 50525 CEI EN 50289-4-17 A CEI EN 50396 2014/35/UE 2011/65/CE CA01.00546	Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Emissione gas/Gas emission Resistenza raggi UV/UV resistance test Resistenza ozono/Ozone resistance Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive Certificato IMQ/IMQ Certificate			
		   		
DESCRIZIONE		DESCRIPTION		
Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con miscela elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.		Flexible single-core cable for connection in photovoltaic installations. Insulation and sheath made of elastomeric compound, halogen free and flame retardant.		
Conduttore Corda flessibile di rame stagnato, classe 5		Conductor Tinned copper flexible wire, class 5		
Isolante Miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618 LSOH = Low Smoke Zero Halogen		Insulation Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality LSOH = Low Smoke Zero Halogen		
Guaina esterna Miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618		Outer sheath Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality		
Colore anime Nero		Cores colour Black		
Colore guaina Blu, rosso, nero		Sheath colour Blue, red or black		
Marcatura a inchiostro BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV (sez) (anno) (m) (tracciabilità)		Inkjet marking BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV (section) (year) (m) (traceability)		
CARATTERISTICHE TECNICHE		TECHNICAL CHARACTERISTICS		
Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.		Maximum voltage U ₀ /U: 1800 V d.c. - 1200 V a.c.		
Temperatura massima di esercizio: 90°C		Maximum operating temperature: 90°C		
Temperatura minima di esercizio: -40°C		Minimum operating temperature: -40°C		
Temperatura minima di posa: -40°C		Minimum installation temperature: -40°C		
Temperatura massima di corto circuito: 250°C		Maximum short circuit temperature: 250°C		
Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm ²		Maximum tensile stress: 15 N/mm ²		
Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo		Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter		
Condizioni di impiego Per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato e per essere utilizzati con apparecchiature di classe II.		Use and installation For interconnection of photovoltaic elements. Suitable for fixed installation indoor and outdoor, in pipes exposed or embedded or in similar closed systems. Suitable for laying directly underground or in pipe underground and to be used for class II equipment.		

3.3.2 Quadri elettrici

Oltre al quadro di parallelo in AC e al quadro dei Servizi Ausiliari, in ciascuna Cabina di Trasformazione verrà installato un quadro elettrico generale, il più prossimo possibile al trasformatore, che fornirà alimentazione a tutte le utenze del centro. I quadri saranno di tipo metallico di dimensioni standardizzate, con porta frontale liscia e dotati di segregazione per morsettiera e connessioni.

Ciascun quadro sarà dotato di interruttore generale multipolare per ciascuna linea di ingresso che arrivi dal quadro generale. L'interruttore sarà di tipo modulare o scatolato, secondo la taglia richiesta. Tutti i circuiti finali saranno dotati di interruttore automatico, con caratteristiche di protezione delle persone dai contatti indiretti in funzione del sistema elettrico utilizzato (IT o TN), in funzione delle caratteristiche elettriche dei carichi sottesi. Tutti gli interruttori e il quadro stesso saranno chiaramente identificati mediante etichette, che riporteranno le informazioni sui circuiti che alimentano. Le connessioni e i cavi saranno anch'essi chiaramente identificati con etichetta e raggruppati ordinatamente tramite fascette.

3. 4 RETE a 36 kV

Come detto, l'impianto fotovoltaico avrà potenza pari a 40.105,38 kWp..

Il BESS (Battery Energy Storage System) avrà invece una potenza nominale, in scarica, di 25.368 kVA @50°C (potenza nominale degli inverter @50°C) ed una capacità di accumulo di 102 MWh (capacità totale dei 34 shelter da 3MWh ciascuno).

Segue un riassunto generale dei dati di impianto:

- Moduli fotovoltaici: 58.548 moduli bifacciali da 685 Wp
- Potenza nominale dei moduli: 40,10538 MWp
- Potenza nominale dei 12 inverter INGECON SUN 3825TL C690: 3,824 kVA x 12 = 45,888 MVA
- Potenza nominale dello Storage: 4 x (2 x 3,171) = 25,368 MW
- Storage del BESS: 3 MWh x 24 shelter = 102 MWh
- Potenza in immissione: 50 MW

L'impianto a 36 kV sarà costituito da 4 circuiti che connettono gli skid alla Sotto Stazione Xelio di Alviano (SS-XALV):

- 3 skid da 3.824 kVA, con P: 11.472 kVA, con lunghezza di 1,96 km;
- 4 skid da 3.824 kVA, con P: 15.296 kVA, con lunghezza di 2,04 km;
- 5 skid da 3.824 kVA, con P: 19.120 kVA, con lunghezza di 3,34 km;
- 4 skid storage con P: 25.368 kVA, con lunghezza di 0,12 km;

La Sotto Stazione Xelio Alviano, posta nel campo A, sarà collegata alla Stazione di TERNA mediante 1 linea interrata a 36 kV lunga 15,5 km, con cavo in rame RG7H1R 2x(3x630) mmq.

Le principali apparecchiature a 36 kV saranno:

- Celle modulari con isolamento in gas tipo RMU, costituite da 2 celle di linea e una cella trasformatore, installate nei centri inverter trasformatore;
- Celle modulari con isolamento in aria o gas installate nel centro generale di distribuzione.

Attraverso trasformatori MT/BT la tensione verrà elevata per poter connettere l'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale. Caratteristiche dei trasformatori:

- N. 12 trafo Power Station con P=3,824 MVA – Dy11 Rapporto di trasformazione: 36/0,69 kV Vcc%= 8%
- N. 4 trafo Power Station con P=7,856 MVA – Dy11y11 (doppio secondario) Rapporto di trasformazione: 36/1,5 kV Vcc%= 8%

L'energia uscente dalle Cabine di Trasformazione sarà convogliata nella Sotto Stazione Xelio Alviano e da questa alla SE TERNA, alla tensione di 36 kV.

3. 5 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

3.5.1 Radiazione Solare

La radiazione solare nel sito di ubicazione del presente impianto è riportata nella tabella seguente:

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	6,6	204,6
Febbraio	9,2	266,8
Marzo	14	434
Aprile	17,5	525
Maggio	21,8	675,8
Giugno	23,5	705
Luglio	23,5	728,5
Agosto	20,4	632,4
Settembre	15,6	468
Ottobre	11,2	347,2
Novembre	7,4	222
Dicembre	5,6	173,6

Tabella 2 – Tabella di razione solare sul piano orizzontale

DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)

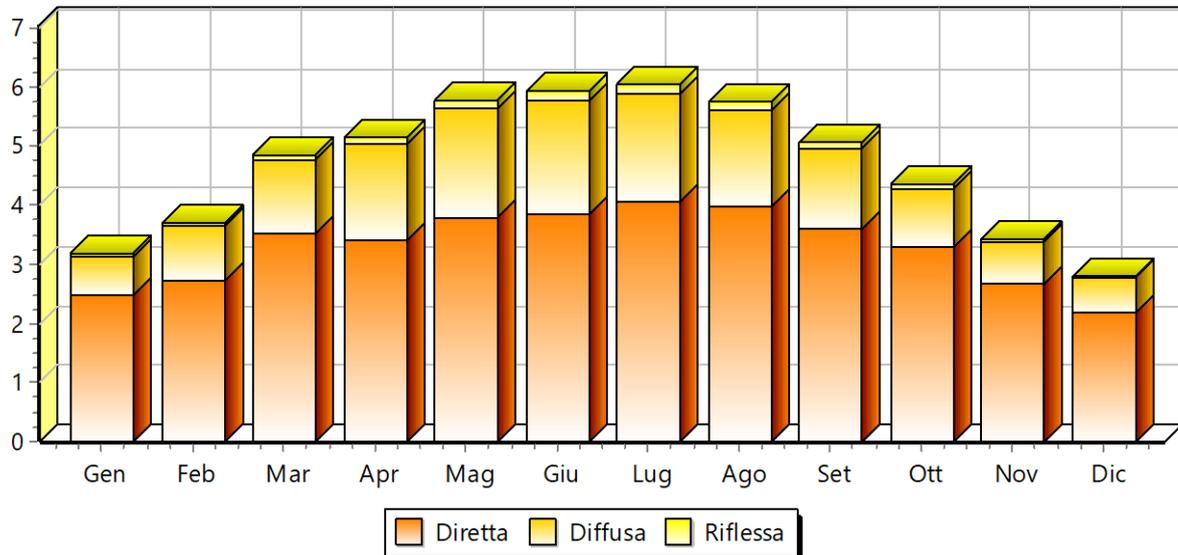


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	2,478	0,664	0,044	3,187	98,806
Febbraio	2,712	0,929	0,062	3,704	107,402
Marzo	3,513	1,241	0,094	4,848	150,286
Aprile	3,397	1,626	0,118	5,14	154,206
Maggio	3,789	1,832	0,148	5,769	178,824
Giugno	3,845	1,918	0,16	5,923	177,681
Luglio	4,068	1,822	0,159	6,05	187,538
Agosto	3,971	1,645	0,138	5,753	178,347
Settembre	3,588	1,364	0,105	5,057	151,703
Ottobre	3,284	1,003	0,075	4,362	135,219
Novembre	2,656	0,722	0,05	3,428	102,835
Dicembre	2,172	0,597	0,038	2,807	87,014

Tabella 3 – Radiazione solare

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

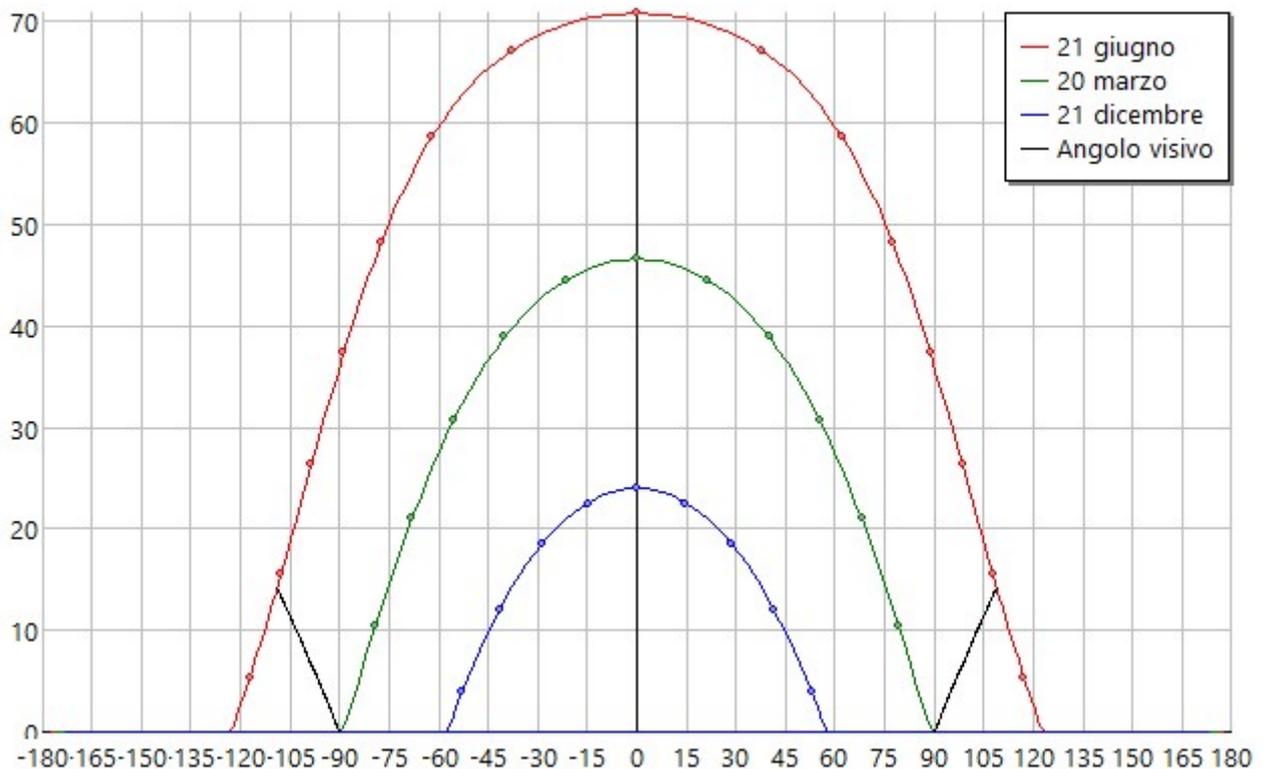


Grafico 1 – Percorso del Sole alla latitudine del sito (gradi di altezza del Sole rispetto l'orizzonte e azimut)

3.5.2 Producibilità

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 685 \text{ Wp} + 10\% * 58548 = 40105,38 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	58548	1.953,34	78.339.525,85

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 66695912,4 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	2,8 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporczia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,5 %
Perdite totali:	14,9 %

TABELLA DI PRODUCIBILITA'

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]
Gennaio	3724584,5	3724584,5
Febbraio	4111626,7	4111626,7
Marzo	5809685,0	5809685,0
Aprile	6071743,4	6071743,4
Maggio	7117423,0	7117423,0
Giugno	7120304,5	7120304,5
Luglio	7477707,3	7477707,3
Agosto	7027475,5	7027475,5
Settembre	5899180,9	5899180,9
Ottobre	5175103,9	5175103,9
Novembre	3887135,5	3887135,5
Dicembre	3273942,3	3273942,3
Anno	66695912,4	66695912,4

Tabella 4 – Producibilità impianto fotovoltaico

3.5.3 Sotto campi fotovoltaici

Come detto il gruppo di conversione dell'impianto FV è composto da 12 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	INGETEAM
Serie / Sigla:	3Power C Series C690
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	3824 kW
Potenza massima:	3882,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	3882,2 kW
Tensione nominale:	1300 V
Tensione massima:	1500 V
Tensione minima per inseguitore:	979 V
Tensione massima per inseguitore:	1300 V
Tensione nominale di uscita:	690 Vac
Corrente nominale:	3965 A
Corrente massima:	3965 A
Corrente massima per inseguitore:	3965 A
Rendimento:	0,99

Inverter 1	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	177
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4956

Inverter 2	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 3	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174

Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 4	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 5	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 6	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 7	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 8	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 9	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 10	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 11	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

Inverter 12	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	174
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1.116,6 V
Numero di moduli:	4872

4. SISTEMA DI ACCUMULO (BESS)

Il progetto prevede la installazione di un sistema di accumulo e batterie, al fine di poter decidere di stoccare tutta o parte della energia prodotta dall’impianto fotovoltaico e immetterla in rete quando le condizioni del mercato elettrico sono più convenienti.

Il sistema di accumulo avrà una potenza nominale di 25368 kVA ed una capacità di accumulo complessiva di 102 MWh (4 ore di scarica) e sarà basato su batterie agli ioni di litio. La connessione sarà a 36 kV.

Il sistema di accumulo sarà formato da n. 4 skid Ingeteam Ingecon Sun Storage 7860 FSK HV C Series, collegati a Shelter SAFT Intensium Shift da 3 MWh/0,75 MW , come descritto in 3.2.

Ogni coppia di 2 inverter sarà collegata ad un trasformatore BT/MT della potenza pari a 7856 kVA, rapporto di trasformazione 36kV/1,5 kV Dy11y11, Vcc: 8%, doppio secondario.

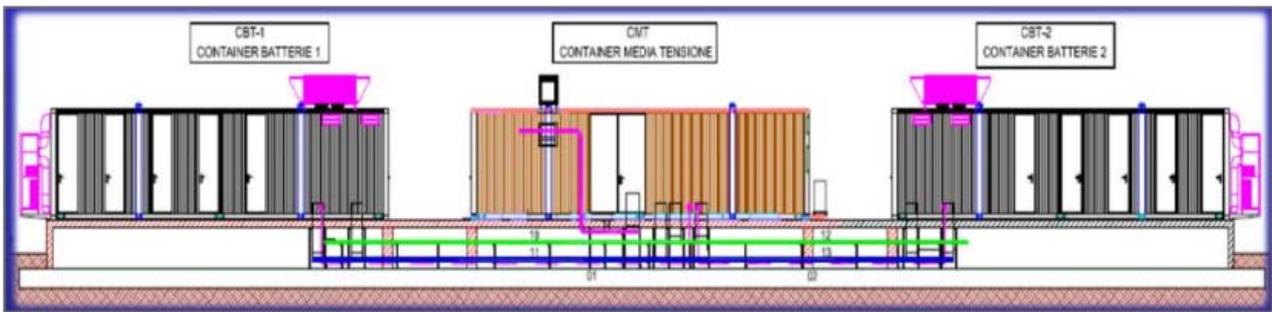


Figura 2 – Esempio contenitori batterie

Ogni container delle batterie avrà le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 6,1 m
- Protezione dalla corrosione C5M
- Protezione da polvere e umidità: NEMA3
- Isolamento con pannello sandwich
- Resistenza al fuoco 90 min

All'interno di ciascuno dei container sono inclusi i Porta-batterie costituiti da:

- Unità di controllo e protezione del rack batteria:
- Quadri elettrici CA
- Schede elettriche CC
- Unità di controllo SSAA
- Sistema di gestione della batteria del rack (RBMS)
- Pannello di controllo impianto EMS (solo in un contenitore)
- HMI / SCADA

I servizi ausiliari includeranno i seguenti elementi:

- 1 sistema antincendio automatico
- 5 sistemi di raffreddamento
- Sistema di illuminazione