

ASSOCIAZIONE RADIOAMATORI ITALIANI

SEZIONE DI UDINE ODV

"Sergio Casco IV3SGH"

52° Meeting Alpe Adria

20 ottobre 2025

Partecipazioni a contest da postazioni mobili o fisse
valutazione del consumo energetico e studio
dell'autonomia energetica per sistemi a batteria e solare.

Relatore: Roberto Turco IV3GKE



Autonomia energetica contest Alpe Adria

Un test reale in 8 ore di operatività

Elemento



Batteria

Scopo nel contest Alpe Adria

Autonomia continua per tutta la durata
(6–8h)

Valore formativo

Test reale di consumo e
dimensionamento



Pannello solare

Ricarica durante l'attività

Test di autonomia energetica in
campo



Radio QRP
(<10W)

Efficienza e minimo assorbimento

Ottimizzazione risorse / gestione
carichi



Setup portatile

Mobilità e rapidità di installazione

Esperienza concreta di deploy sul
campo

Dalla radio in montagna alla radio in emergenza

Contest = addestramento reale

Aspetto testato nei contest <-----> Utilità in emergenza

- ✓ Deploy rapido (10–15 min) -----> ⌚ Riduzione del tempo di risposta
- ✓ Autonomia energetica -----> ⚡ Nessuna dipendenza da rete
- ✓ Efficienza nei consumi -----> 📶 Ottimizzazione risorse limitate
- ✓ Comunicazione diretta (VHF/UHF/HF) -----> 📶 Funziona anche con blackout o reti down
- ✓ Setup minimalista & affidabile -----> 🚚 Riduce i punti critici e ottimizza il trasporto
- ✓ Velocità e affidabilità -----> ⌚ Riduce il tempo ed errori tra messaggi critici

Ovviamente non tutte le trasmissioni sono uguali, alcune considerazioni:

- **Consumi TX in base a modalità operativa a parità di potenza picco:**
 - SSB: generalmente consumo variabile e medio-alto dal 30 al 75% della potenza picco dipendendo.
 - CW: medio a molto alto consumo dal 50 al 85% indipendentemente dalla potenza di picco.
 - Digitale: alto = potenza picco, con possibilità minor potenza e maggior efficienza.

Realisticamente che tipo di postazione portatile possiamo fare?

Stazione QRP (1–10W)**

Stazione 100W (classica)

Stazione 500+W (classica)

Stazione QRP (1–10W)

Ideale per contest portatili (SOTA, POTA, Field Day) o per comunicazioni in mobilità

Radio	FT-817, KX3, X6100, ecc.
Consumo medio	0,5–1,5 A in RX / 2–3 A in TX
Batteria	LiFePO ₄ 12V (4S) 20Ah
Energia utile	~200 Wh (sufficiente per 6–8h TX/RX attiva)
Pannello	30–60W (anche pieghevole) monocristallino
Regolatore	PWM o MPPT piccolo (Victron, Renogy, ecc.)
Vantaggi	Peso ridicolo, ricarica rapida, autonomia in zaino

Stazione HF 100W (classica)

Stazione portatile seria o per uso semi-fisso in contest o emergenza

Radio IC-7300, FT-891, TS-480, ecc.

Consumo
medio 1–3 A RX / 20–25 A TX

Batteria LiFePO₄ 12V 200Ah (circa 2.2 kWh reali)

Energia utile ~2.2 kWh = 8–12h operatività reale (a seconda del
duty cycle)

Pannelli due da 400W-440W

Regolatore MPPT serio (Victron, Epever, SRNE)

Ci concentreremo su due cose:

 Batteria

e

Pannelli fotovoltaici



Tecnologie attuali (2025)

Tecnologia	Stato	Note
LiFePO₄ (LFP)	✓ Molto diffusa	Ottima per accumulo domestico, auto EV (es. BYD, Tesla base)
NMC	✓ Standard nei veicoli elettrici	Equilibrio tra energia e durata
LCO	✓ In telefoni e laptop	Meno usata per motivi di sicurezza
LMO	✓ Ancora usata, ma in declino	Utile per alte correnti
NCA	✓ Tesla e altri EV premium	Alta densità energetica
LTO	✓ Niche	Prestazioni eccellenti ma costosa

Le batterie al piombo (Pb), comprese le versioni AGM e Deep Cycle, sono ancora molto diffuse oggi (2025)

- Nautica (barche, gommoni)
- Camper e caravan
- Auto
- Sistemi di backup (UPS, gruppi elettrogeni)
- Alcuni impianti solari off-grid



Batteria LiFePO₄

è la sigla chimica della batteria Litio-Ferro-Fosfato. Rispetto ad altre batterie al litio (come Li-ion tradizionali), le LiFePO₄ offrono:

- ✓ Maggiore sicurezza (rischio molto più basso di incendio o esplosione)
- ✓ Lunga durata (da 2000 a 10000 cicli di ricarica)
- ✓ Stabilità termica superiore
- ✓ Scarica costante e stabile
- ✗ Densità energetica inferiore



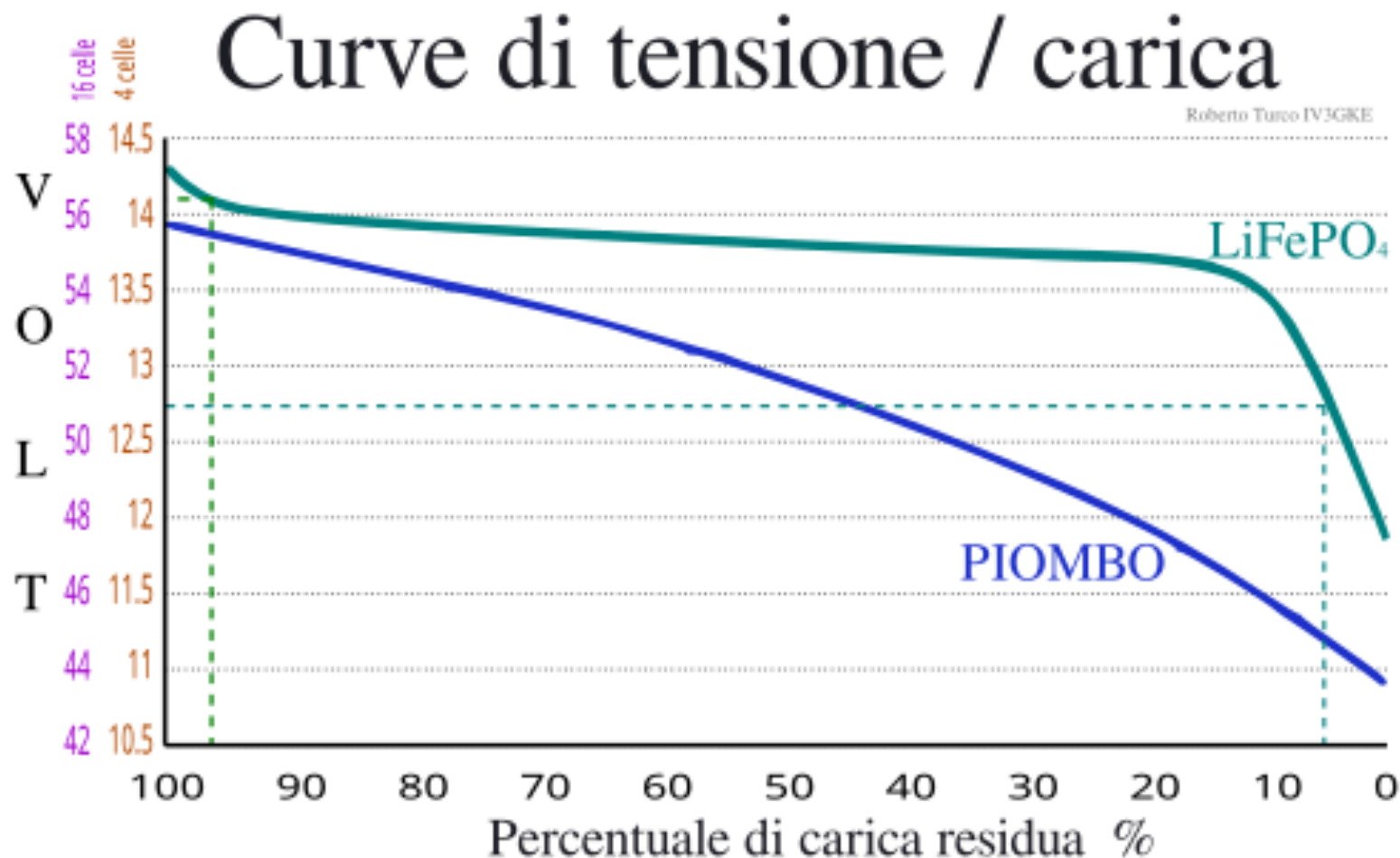
Confronto tecnico rapido

Tipo di batteria	Cicli tipici	Profondità di scarica consigliata (DoD)	Manutenzione	Densità energetica	Prezzo
Piombo classico	300–500	50%	Alta (rabbocco acqua)	Bassa	\$
AGM	500–1000	50–70%	Bassa	Media	\$ \$
GEL	600–1200	60–80%	Bassa	Media	\$ \$ \$
LiFePO₄	3000–10000+	fino a 95%	Nessuna	Alta	\$ \$ \$ \$
LTO	10.000+	fino a 100%	Nessuna	Medio-bassa	\$ \$ \$ \$ \$

⚡ Dettaglio sull'uso della capacità LiFePO_4 e impatto sulla durata

- La tensione della batteria LiFePO_4 **non scende linearmente** con la scarica, ma ha una **zona piatta** molto ampia (circa il **80% centrale della capacità**) in cui la tensione rimane stabile e la batteria può erogare energia senza stress eccessivo.
- **Le fasi critiche sono:**
 - **Ultimo 8% di scarica** (quando la tensione scende rapidamente verso il cutoff, tipicamente $\sim 2,5\text{--}2,8$ V/cella)
 - **Ultimo 5% di carica** (quando la tensione sale verso il massimo, $\sim 3,65\text{--}3,7$ V/cella)
- **Se si limita l'uso a circa l'80–90% della capacità totale** (evitando cioè gli estremi critici di tensione), si può **massimizzare il numero di cicli utili**, prolungando la vita della batteria anche oltre i 6000 cicli.

Differenza tra la batteria al piombo e la LiFePO_4

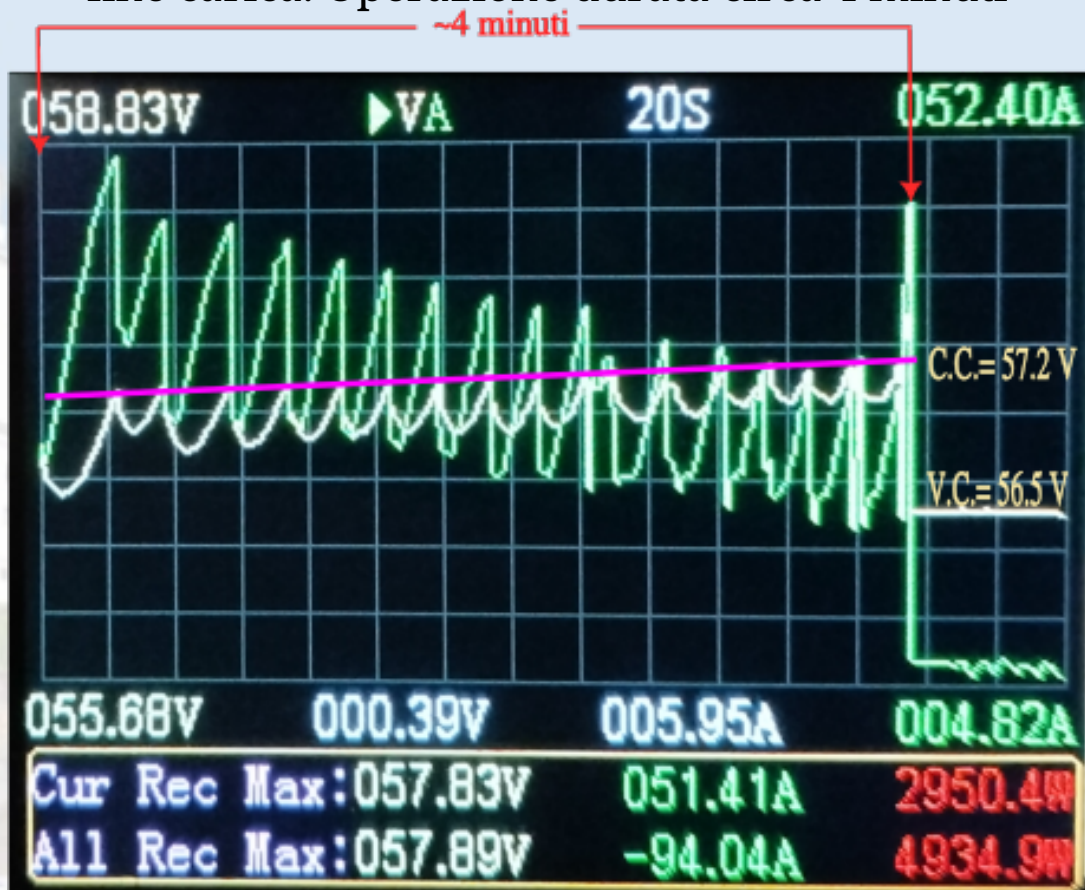


Alcune considerazioni importanti :

- **I grafici e dati disponibili di carica e scarica rappresentano medie statistiche**, utili per farsi un'idea generale, ma non sono “garanzie” assolute per ogni singola batteria o condizione d'uso.
- I test di laboratorio fatti dai produttori sono molto più dettagliati e precisi, ma spesso **non pubblici**, perché possono includere vantaggi competitivi e dati proprietari.
- **L'ambiente reale (temperatura, corrente, modo d'uso, gestione BMS, qualità del caricabatterie, manutenzione)** ha un impatto enorme sulla durata effettiva, quindi la variabilità è alta.
- Per questo motivo, è importante combinare la teoria con **esperienza sul campo**, raccolta dati e monitoraggi continuativi, soprattutto in ambienti operativi critici come le stazioni radio di emergenza.

Comportamento misurato a fine carica

per una combinazione LiFePO₄ da 200Ah 51.2V con inverter ibrido 10.2KW impostato a una corrente max di 60A in carica fino raggiungere i 56.5V poi flottante a 57.2V, iterazione tra inverter e BMS per il bilanciamento delle celle a fine carica. Operazione durata circa 4 minuti

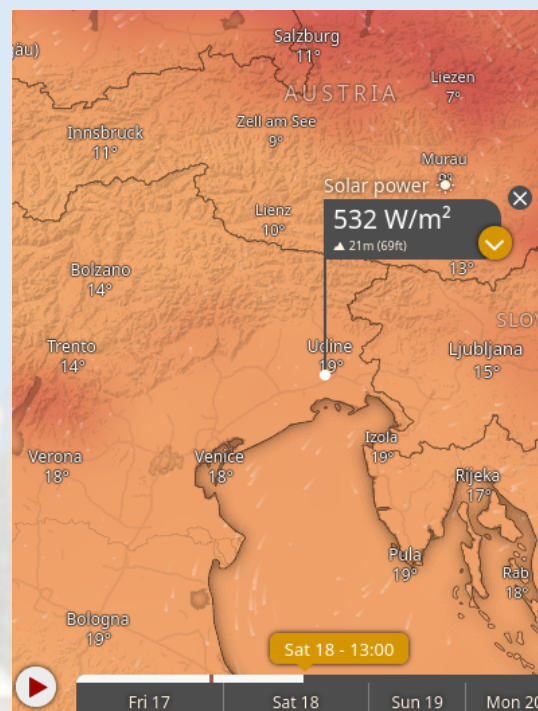
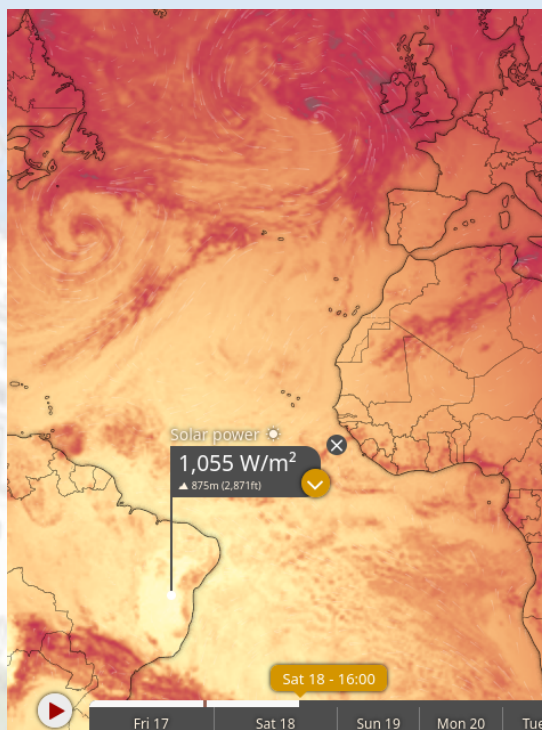


⚠ Note importanti che le schede non dicono

- Le condizioni STC (Standard Test Conditions) si riferiscono a 1000 W/m^2 di irraggiamento e celle a 25°C . Le condizioni reali sono sempre peggiori.
- Il calore fa diminuire la potenza del pannello: temperature elevate riducono la resa. Il coefficiente di temperatura ti aiuta a stimare questa perdita.
- L'orientamento, inclinazione, ombreggiamenti e sporcizia influenzano tanto quanto le differenze tra modelli.

Radiazione solare

confronto tra il NE del Brasile e NE Italia 16 Ott. 2026



La radiazione solare raramente supera i 1050W/m² nei tropici.
Nel nord Italia il massimo si aggira sui 850/m². Considerando anche altre perdite, la
potenza reale ottenibile con (pannelli nuovi) è spesso un 70-85 % del valore
nominale nei momenti migliori.

Esempio: ottobre 2025, miglior pannello trovato sul mercato

Maxeon 7 POWER: 435–445 W | EFFICIENCY: Up to 24.1%

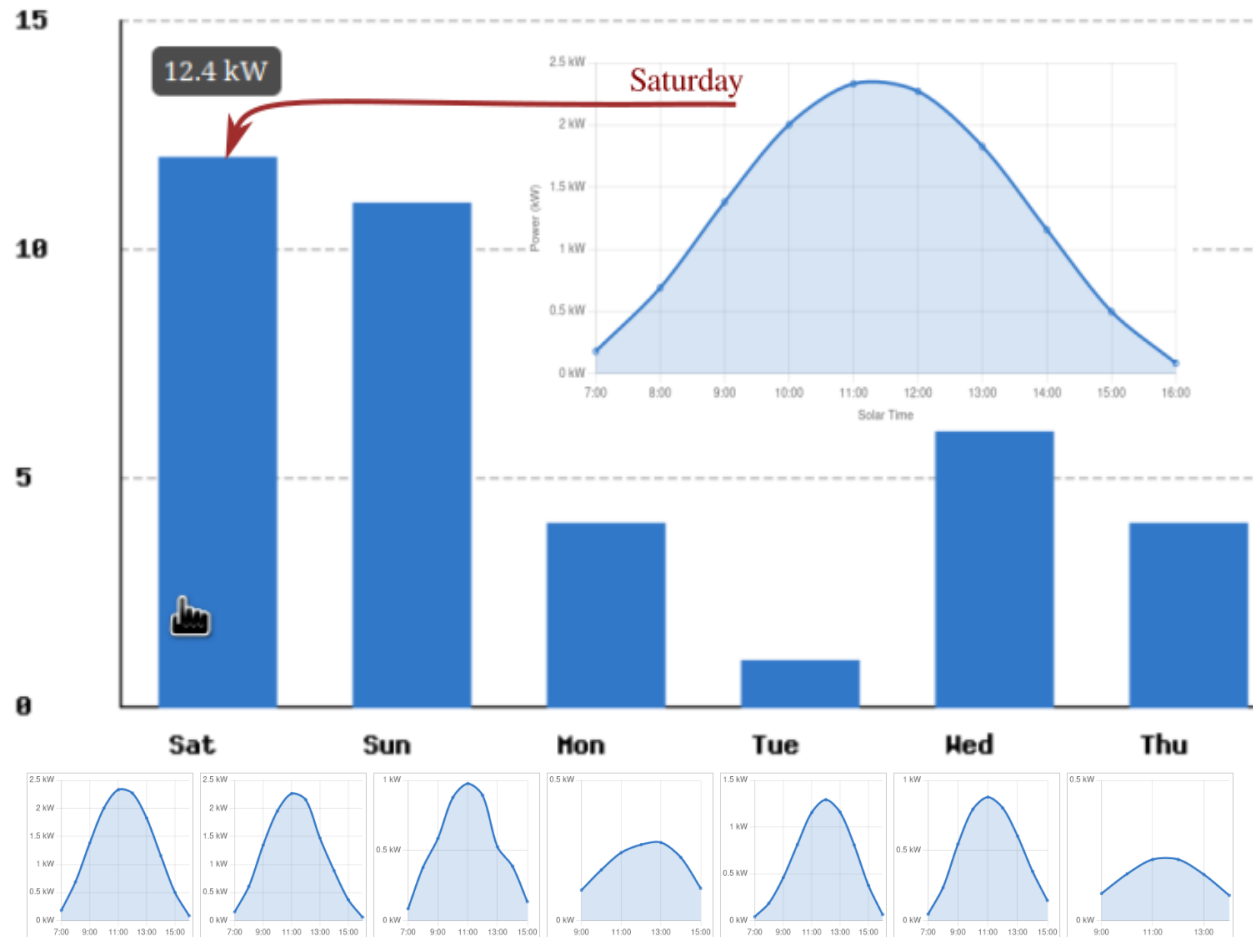
Electrical Data			
	SPR-MAX7-445-PT	SPR-MAX7-440-PT	SPR-MAX7-435-PT
Nominal Power (P _{nom}) ²	445 W	440 W	435 W
Power Tolerance	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Panel Efficiency	24.1%	23.8%	23.5%
Rated Voltage (V _{mpp})	71.4 V	71.0 V	70.6 V
Rated Current (I _{mpp})	6.23 A	6.20 A	6.16 A
Open-Circuit Voltage (V _{oc}) (+/-3%)	83.0 V	83.0 V	82.9 V
Short-Circuit Current (I _{sc}) (+/-3%)	6.60 A	6.59 A	6.58 A
Max. System Voltage	1000 V IEC		
Maximum Series Fuse	20 A		
Power Temp Coef.	-0.27% / °C		
Voltage Temp Coef.	-0.236% / °C		
Current Temp Coef.	0.058% / °C		

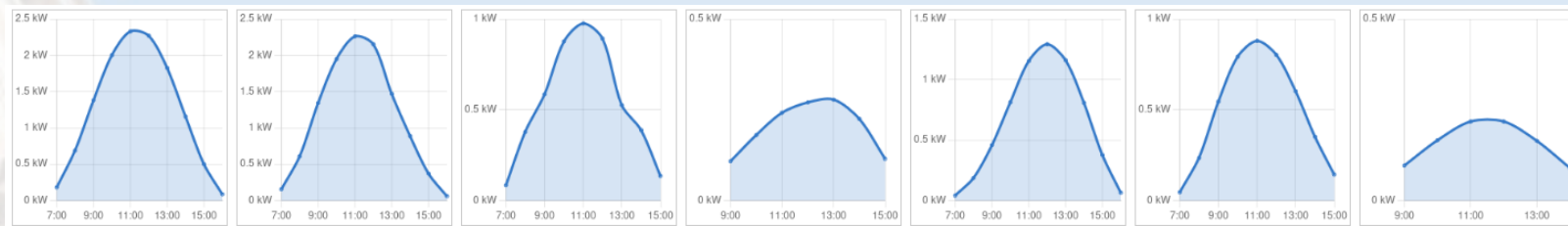
Operating Condition And Mechanical Data	
Temperature	-40°C to +85°C
Impact Resistance	45 mm diameter hail at 30.7 m/s
Solar Cells	112 Monocrystalline Maxeon Gen 7
Tempered glass	3.2 mm, high-transmission tempered anti-reflective
Junction Box	IP-68, Stäubli (MC4), 2 bypass diodes
Weight	20.7 kg
Max. Load ⁶	Wind: 2400 Pa, 244 kg/m ² front & back Snow: 5400 Pa, 550 kg/m ² front
Frame	Class 1 black anodized (highest AAMA rating)

Packaging Configuration	
Number of modules per pallet	26
Number of pallets per 40ft HQ container	24
Number of modules per container	624

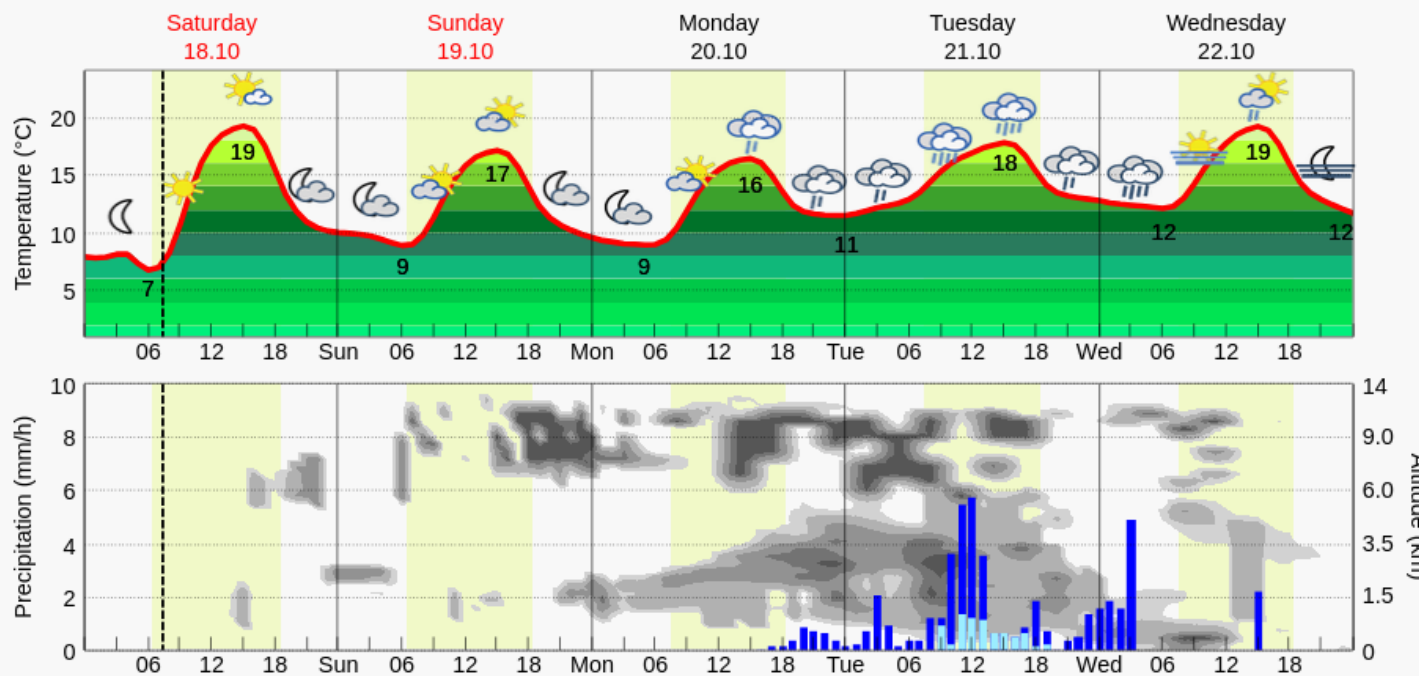
² Standard Test Conditions (1000 W/m² irradiance, AM 1.5, 25° C). NREL calibration Standard: SOMS current, LACCS FF and Voltage.

le migliori marche lottano per la supremazia,
spesso 1% in più non compensa il costo/prestazioni





45.91°N, 13.18°E (23 m asl)



Cosa aspettarsi tra 5 o 10 anni?

Stima dei cicli di vita per tecnologie emergenti

Tecnologia	Cicli stimati (approssimativi)	Note principali
Solid-State	2.000 – 10.000	Grande variabilità a seconda del tipo di elettrolita solido (ceramico, polimerico, vetroso). I migliori usano anodi in litio metallico e promettono lunga durata.
Litio-Zolfo (Li-S)	<500 – 1.500	Grande potenziale energetico, ma attualmente scarsa durata . I ricercatori stanno lavorando per ridurre il fenomeno del <i>polysulfide shuttle</i> (perdita di materiale attivo).
Litio-Aria (Li-O ₂)	<200 (attuali)	Ancora in laboratorio. Il degrado è molto rapido a causa delle reazioni instabili con l'ossigeno. Teoricamente promettente, ma lontana dalla commercializzazione.
Sodio-Ione (Na-ion)	2.000 – 4.000	Le versioni più recenti (es. CATL) mostrano buone prestazioni. Cicli simili a LFP, ma con densità energetica più bassa. Ottima per accumulo.
LTO (Litio-Titanato)	10.000 – 20.000	Anche se non è una tecnologia nuova, è la regina della durata . Usata in ambienti estremi, ricarica rapidissima.
Batterie strutturali	N/D (non ancora quantificabile)	Dipende dalla chimica integrata; oggi sono ancora in fase sperimentale, e la priorità è ridurre il peso piuttosto che aumentare i cicli.