

# IL PANNELLO SOLARE IN BARCA A VELA

GUIDA AL DIMENSIONAMENTO DI UN IMPIANTO SOLARE E ALLA SCELTA DEI MIGLIORI PRODOTTI  
PER RAGGIUNGERE L'AUTONOMIA ENERGETICA IN MARE.



# INDICE

---

QUALE PANNELLO SOLARE?.....	3
COME INSTALLARLO.....	9
MARINE KITS.....	11
GAMMA PANNELLI PV .....	17
TECNOLOGIA TREGOO.....	18

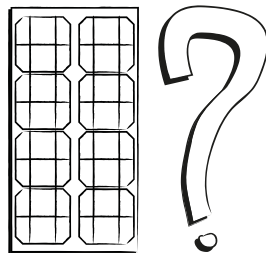
---

Tregoo è un marchio di En-Eco SpA, azienda italiana specializzata in sistemi innovativi e ad alte prestazioni per la generazione di energia da fonti rinnovabili.

---

# QUALE PANNELLO SOLARE?

- **FLESSIBILITÀ**
- **LEGGEREZZA**
- **RESISTENZA ALL'ACQUA MARINA**



Queste sono le caratteristiche principali che fanno dei pannelli solari Tregoo una scelta perfetta per installazioni, anche fai da te, di impianti fotovoltaici su barche a vela. Sì, ma quali e quanti?

## Quali e quanti pannelli fotovoltaici servono per soddisfare i consumi energetici della propria barca a vela?

Il **fabbisogno energetico per la barca a vela** varia sicuramente dalla tipologia d'imbarcazione (dimensione, numero di servizi a bordo, numero di passeggeri, potenza del motore, ecc.) e dalle abitudini del navigatore e del suo equipaggio.

Tuttavia si può conoscere quale dimensione deve avere l'impianto solare ottimale (intendendo per "impianto" l'insieme di pannello solare, regolatore di carica, batterie di accumulo e relativi collegamenti fra le componenti) **calcolando il consumo medio e NON il consumo massimo energetico.**

La procedura più corretta di dimensionamento consiste nell'annotare i consumi (W) dichiarati dai costruttori delle componenti elettriche a bordo e moltiplicarli per le ore (h) di utilizzo al giorno. Si consiglia di fare una media giornaliera sulla base di un periodo di monitoraggio di almeno una settimana. Si otterrà così il consumo (Wh) medio giornaliero per singola utenza. Sommando tutte le (N) utenze si ottiene la stima del consumo medio giornaliero della propria barca a vela.

$$\sum (i=1,N) W_i \times h_i = \text{Totale Wh}$$

Ecco un esempio di tabella con i **consumi energetici di una barca a vela da 37 piedi, calcolati in base alle ore effettive d'utilizzo di un velista che abbiamo coinvolto nel test.**

## TABELLA DEI CONSUMI ENERGETICI GIORNALIERI SU UNA BARCA A VELA

UTENZE	QUANTITA	WATT	MIN/ GIORNO	H/GIORNO	WH/ GIORNO
<b>Bagno Prua</b>					
Plafoniera	2	15	15	0,25	7,5
Pompa esaurimento	1	60	5	0,08	5,0
<b>Cabina Prua</b>					
Plafoniera	5	7	30	0,50	17,5
<b>Quadrato</b>					
Plafoniera	8	7	30	0,50	28,0
Pompa sentina	1	60	5	0,08	5,0
<b>Cucina</b>					
Plafoniera	2	7	100	1,67	23,3
Autoclave	1	70	20	0,33	23,3
Frigorifero	1	60	480	8,00	480,0
<b>Carteggio</b>					
Plafoniera	3	8,75	60	1,00	26,3
Radio(via inverter)	1	50	60	1,00	50,0
GPS	1	43,75	300	5,00	218,8
<b>Bagno Poppa</b>					
Plafoniera	1	10	30	0,50	5,0
Pompa Esaurimento	1	60	10	0,17	10,0
<b>Cabina Poppa Dx</b>					
Plafoniera	2	7	30	0,50	7,0
<b>Cabina Poppa Sx</b>					
Plafoniera	2	7	30	0,50	5,0

**Continua** 

UTENZE	QUANTITA	WATT	MIN/ GIORNO	H/GIORNO	WH/ GIORNO
<b>Vano Motore</b>					
Plafoniera	1	7	5	0,08	0,6
Avviamento	4	2000	0,5	0,01	66,7
<b>Pozzetto</b>					
Plafoniera	2	7	150	2,50	35,0
<b>Timoniera</b>					
Luci strumenti	1	40	40	0,67	26,7
Log	1	3	300	5	15,0
GPS	1	60	300	5,00	300
VHF in ricezione	1	15	300	5,00	75,0
VHF in trasmissione	1	20	10	0,17	3,3
Ecoscandaglio	1	15	300	5,00	75,0
Strum.vento	1	5	300	5,00	25,0
Autopilota	1	25	150	2,50	62,5
<b>Gavoni Poppa</b>					
Plafoniera	2	10	5	0,08	1,7
Pompa sentina	1	60	3	0,05	3,0
<b>Coperta</b>					
Salpa ancora	1	1500	20	0,33	500,0
Winch drizza randa	1	1500	3	0,5	75,0
Luci coperta	1	7	5	0,08	0,6
Luci motore	1	7	20	0,33	2,3
Luci via	3	7	20	0,33	7,0
Luci fonda	1	7	600	10,00	70,0
<b>TOTALE CONSUMI</b>					<b>2.258 WH</b>

A questo **link** puoi scaricare un file Excel per effettuare agevolmente i calcoli inserendo le variabili del tuo **impianto elettrico**:

<http://l2l.it/Calcolo-Guidato>

Considerando i consumi sopra riportati (2258 Wh) sono sufficienti 4 pannelli solari Tregoo TL135, per coprire i consumi in meno di 5 ore di radiazione nominale ( $4 \times 135W \times 5h = 2700Wh$ ).

Tuttavia quello sopra riportato è un dimensionamento "abbondante", ovvero parte dal presupposto che i pannelli debbano coprire tutti i consumi. In realtà in questo modo si ha un'autonomia che nel pratico non serve, per due ragioni principali: la prima è che si ha a disposizione anche l'energia accumulata nelle batterie e la seconda è che non si è sempre lontani dal porto, ma di solito per un numero di giorni ben determinato.

### Ecco quindi che conviene introdurre un dimensionamento basato su più variabili:

- Quantità di energia accumulata nelle batterie (**E<sub>b</sub>**)
- Consumo medio giornaliero delle utenze (**E<sub>u</sub>**)
- Quantità di energia prodotta ogni giorno dai pannelli solari (**E<sub>p</sub>**)
- Numero di ore di irraggiamento solare (**N<sub>s</sub>**)
- Numero di giorni per i quali si vuole essere autonomi dalla rete elettrica (**N<sub>d</sub>**)

Considerando che l'energia delle batterie **E<sub>b</sub>** più quella prodotta dai pannelli solari **E<sub>p</sub>** deve coprire l'energia assorbita dalle utenze **E<sub>u</sub>** possiamo scrivere l'equazione:

$$E_b + E_p = E_u$$

Considerando che la quantità di energia si esprime in Wattora (Wh) ed è uguale all'energia istantanea (in Watt "W") per il tempo di produzione/utilizzo (in ore "h"), possiamo riformulare l'equazione in questo modo:

$$Wh_b + (W_p \cdot N_s) = Wh_u$$

Ovvero, l'energia immagazzinata delle batterie ( $E_b = Wh_b$ ) più quella prodotta dai pannelli solari in  $N_s$  ore di sole giornaliere ( $E_p = W_p \cdot N_s$ ), deve coprire l'energia assorbita dalle utenze in un giorno ( $E_u = Wh_u$ ).

Se introduciamo la variabile indicante i giorni di autonomia (Nd), che è fondamentale per il nostro esercizio di dimensionamento, la nostra equazione sarà:

$$\mathbf{Whb + [(Wp*Ns)]*Nd = Nd*Whu}$$

Arriviamo così ad avere la relazione tra autonomia della barca a vela in giorni (Nd) e potenza del pannello solare da installare per avere tale autonomia (Wp).

$$\mathbf{Nd = (Whb) / [Whu - (Wp*Ns)]}$$

Questa equazione, usando i dati fissi della capacità del pacco batterie (Whb), dell'assorbimento delle utenze (Whu) e delle ore di radiazione solare nominale (Ns), diventa una funzione a due variabili (Nd e Wp), che può essere rappresentata graficamente da un ramo di iperbole.

### ESEMPIO PRATICO DIMENSIONAMENTO IMPIANTO SOLARE

Supponiamo di avere nella nostra barca-tipo un pacco batterie a 24Volt da 520Ah totali. A seconda del tipo di batterie (piombo, piombo-gel, litio, litio-ferro-fosfato, ecc.) c'è un diverso grado di "possibilità di utilizzo" dell'energia nominale dovuto alla massima profondità di scarica tollerata dalla batteria (DoD - Depth Of Discharge). Per qualsiasi tipo di batteria è buona prassi non andare in scarica profonda, così da preservarne la durata. Nel nostro caso supponiamo di avere a disposizione circa il 70% degli Ah nominali delle batterie, diciamo 360Ah.

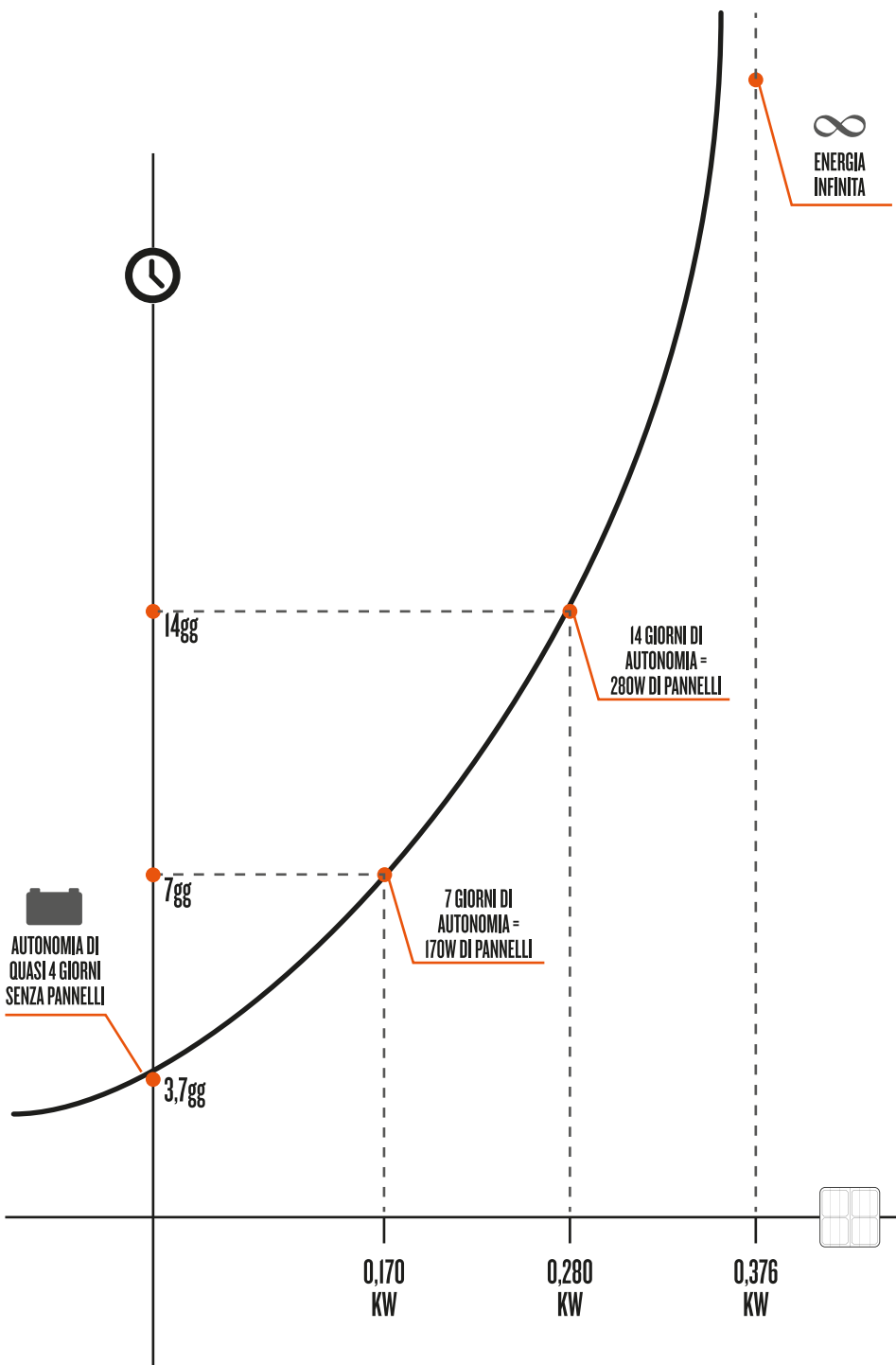
Tramite la relazione tra Potenza, Tensione e Intensità di Corrente, sappiamo che **Watt=Volt\*Ampere** e naturalmente **Wh=V\*Ah**.

Quindi il nostro pacco di batterie da 360Ah totali reali, ha una potenza in Wattora di  $24V*360Ah = 8640Wh$ . Inoltre, prendendo i consumi nella tabella di esempio sopra riportata, abbiamo

**Whu=2258Wh**. Poniamo infine che i pannelli solari siano in grado di dare il rendimento nominale per 6 ore al giorno, quindi **Ns=6h**. Date queste costanti e approssimando i Wattora in Kilowattora, la nostra iperbole di variabili **Y=Nd e X=Wp** sarà di questo tipo:

$$Y = 8,6 / [2,3 - (X*6)]$$

$$\mathbf{Y = 8,6 / [2,3 - (X*6)]}$$





Guardando il grafico e usando la formula, è facile determinare il **dimensionamento del proprio impianto solare**. Se ad esempio si vuole arrivare ad avere una settimana di autonomia nella nostra barca, quindi **Nd=Y=7gg**, avremo bisogno di pannelli solari che erogino almeno 170Watt di potenza.

Nel caso in cui si volessero due settimane di indipendenza assoluta dalla rete elettrica, o dall'accensione del motore per ricaricare le batterie, il grafico ci dice che avremmo bisogno di 280W.

L'asintoto dell'iperbole mostra infine che dai 376Watt in poi di potenza installata la nostra barca acquista un'autonomia teorica infinita, perché l'energia dei pannelli solari copre tutti i consumi. In tal caso con **3 pannelli solari TL135 da 135Watt** e 6 ore di sole al giorno, ci si è garantiti la vacanza in mare aperto per tutta la vita!

---

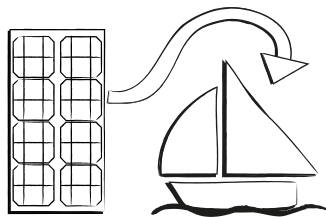
## COME INSTALLARLO?

---

La scelta della modalità di installazione ideale dipende da **diversi fattori**.

Ad esempio, occorre tener conto del tipo di superficie (legno o resina) su cui si intende installare il pannelli, così come dell'utilizzo che si vuol fare dell'imbarcazione. Ciò è dovuto al fatto che in un caso piuttosto che un altro, i pannelli solari saranno esposti a sollecitazioni diverse.

Generalmente, velisti e appassionati di nautica preferiscono adottare **soluzioni non eccessivamente invasive**, ottenendo così un buon compromesso tra stabilità dell'installazione e facilità di rimozione.



Una volta scelta la superficie, un pannello solare può essere installato in 3 principali modalità:

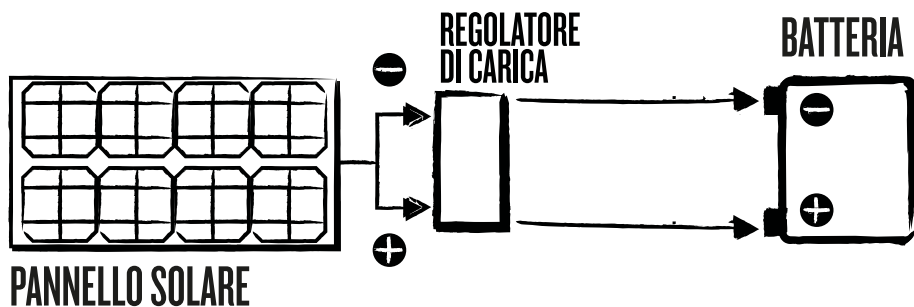
- incollando il pannello utilizzando del **bi-adesivo**
- installando il pannello tramite **occhielli** (versione disponibile a richiesta sull'e-shop [www.tregoo.com](http://www.tregoo.com))
- utilizzando del **velcro "dual lock"**

Per ottenere un risultato esteticamente "pulito", consigliamo di utilizzare dei passacavi, fascette in plastica per unire i cavi e basette adesive per far sì che anche i cavi aderiscano alla superficie.

Qualunque sia la soluzione scelta, al momento della posa occorre esercitare la pressione necessaria affinché il pannello aderisca uniformemente alla superficie.

Per installazioni che richiedono cavi di maggiore lunghezza, Tregoo fornisce prolunghe MC4 da 6m, disponibili fra gli accessori.

Una volta fissato il pannello il più è fatto, basta infatti portare i cavi al regolatore di carica e da questi alle batterie, seguendo lo schema indicato nel manuale del regolatore di carica. Nelle pagine successive del presente opuscolo sono rappresentati alcuni schemi di collegamento.



GUARDA I **TREGOO MARINE KIT** GIÀ DIMENSIONATI PER LE ESIGENZE ENERGETICHE PIÙ COMUNI IN BARCA A VELA

# MARINE KIT **SMALL**

**IL PANNELLO SOLARE DEL KIT FORNISCE OGNI GIORNO FINO A 320Wh DI ENERGIA GESTITA DA UN REGOLATORE DI CARICA CON TECNOLOGIA PWM SEMPLICE E CONVENIENTE**



**PANNELLO SOLARE  
FLESSIBILE DA 40W**

+



**REGOLATORE DI CARICA  
PWM FINO A 5A**

+






**PROLUNGA 3M  
CONNETTORI MC4**

## Contenuto del Kit

- Modulo fotovoltaico: TREGOO TL40
- Regolatore di carica: 5A PWM 12/24V
- Prolunga nautica: Cavi +/- di 3 metri con connettori MC4 M/F

# MARINE KIT **SMALL**

## Cosa posso caricare?

	N°	Potenza (W)	Ore utilizzo (h/g)	Consumo medio (Wh/g)
 Luci	5	5	3	75
 Radar	1	8	8	64
 GPS	1	3	1	3
<b>Totale</b>				<b>139Wh</b>



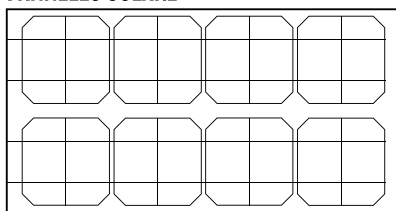
Tempo impiegato dal modulo per il recupero dell'energia consumata



**3,9h**

## Come installarlo?

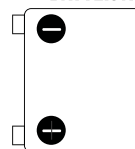
**PANNELLO SOLARE**



**REGOLATORE DI CARICA**



**BATTERIA**



# MARINE KIT MEDIUM

**IL PANNELLO SOLARE DEL KIT FORNISCE OGNI GIORNO FINO A 640Wh DI ENERGIA  
GESTITA DA UN REGOLATORE DI CARICA CON TECNOLOGIA PWM COLLEGABILE A 2 POWER PACKS**



**PANNELLO SOLARE  
FLESSIBILE DA 80W**

+



**REGOLATORE DI CARICA  
PWM 20A**

+





**PROLUNGA 3M  
CONNETTORI MC4**

## Contenuto del Kit

- Modulo fotovoltaico: TREGOO TL80
- Regolatore di carica: 20A PWM 12/24V - 2 BATTERIE
- Prolunga nautica: Cavi +/- di 3 metri con connettori MC4 M/F

# MARINE KIT MEDIUM

## Cosa posso caricare?

	N°	Potenza (W)	Ore utilizzo (h/g)	Consumo medio (Wh/g)
 Luci	4	3	3	36
 Frigo29L	1	50	5	250
			<b>Totale</b>	<b>286Wh</b>

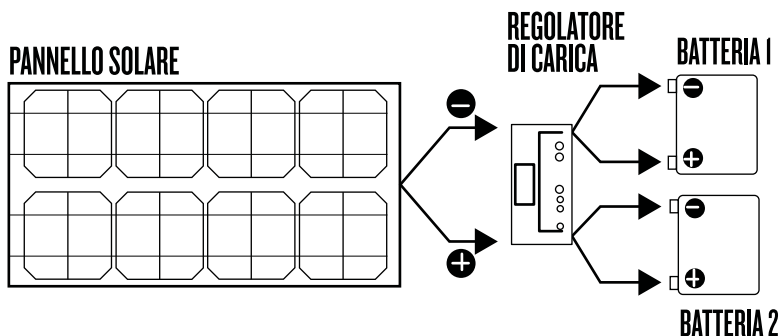


Tempo impiegato dal modulo per il recupero dell'energia consumata



4h

## Come installarlo?



# MARINE KIT **LARGE**

**IL PANNELLO SOLARE DEL KIT FORNISCE OGNI GIORNO FINO A 1040Wh DI ENERGIA GESTITA DA UN REGOLATORE DI CARICA MPPT CON DISPLAY DI CONTROLLO REMOTO**



**PANNELLO SOLARE  
FLESSIBILE DA 135W**

+



**REGOLATORE DI CARICA  
MPPT 10A CON CONTROL DISPLAY**

+











**PROLUNGA 6M  
CONNETTORI MC4**

## Contenuto del Kit

- Modulo fotovoltaico: **TREGOO TL135**
- Regolatore di carica: **10A MPPT 12/24V**
- Controllo remoto: **LCD display**
- Prolunga nautica: **Cavi +/- di 6 metri con connettori MC4 M/F**

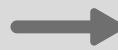
# MARINE KIT LARGE

## Cosa posso caricare?

	N°	Potenza (W)	Ore utilizzo (h/g)	Consumo medio (Wh/g)
 Luci	8	5	3	120
 Luci	5	3	3	45
 Luce di fonda	1	15	8	120
 Pilota automatico	1	60	1	60
 PC	1	45	1	45
 VHF	1	5	3	15
 Radar	1	8	8	64
 GPS	1	3	1	3
			<b>Totale</b>	<b>469Wh</b>



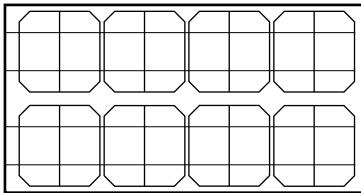
Tempo impiegato dal modulo per il recupero dell'energia consumata



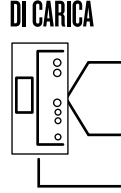
4h

## Come installarlo?

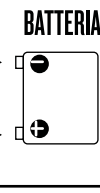
PANNELLO SOLARE



REGOLATORE DI CARICA



BATTERIA



LCD REMOTO





# GAMMA PANNELLI PV

---



20W



40W



40W



80W



90W



135W

# TECNOLOGIA TREGOO

---



## **CLOUDY CHARGE**

I Pannelli Fotovoltaici Tregoo sono dotati di una tecnologia che permette di mantenere attiva la ricarica dei dispositivi anche quando il cielo è nuvoloso.



## **WATERPROOF PANEL**

Tutti i Pannelli Fotovoltaici Tregoo sono impermeabili e resistenti. La proprietà "Waterproof" li rende quindi il complemento ideale per ogni attività all'aperto.



## **MARINE PROOF**

Resistere all'acqua non è sufficiente per essere davvero adatti a tutte le circostanze. Per questo Tregoo ha sviluppato, per i suoi pannelli solari, materiali resistenti anche all'acqua marina e alla salsedine.



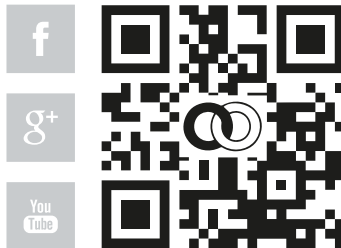
## **SHOCKPROOF PANELS**

I pannelli ultraleggeri e flessibili Tregoo sono anche resistenti alle cadute ed agli urti. Grazie ai materiali plastici di cui sono formati, garantiscono la moderata calpestabilità su superfici piane.



## **ULTRA LIGHT ENERGY**

La struttura dei Pannelli Solari Tregoo, costituita da moduli monocristallini flessibili e leggeri, garantisce uno spessore del pannello decisamente ridotto (1.7 mm), facilita le operazioni di installazione e ne consente l'applicazione anche su superfici curve.



---

**Hai bisogno di aiuto?**

Scrivi a [support@tregoo.com](mailto:support@tregoo.com) o chiama il **+39 0574 654374**