

14 MAG COD. 131 - FOTOVOLTAICO & BESS UTILITY SCALE: STATO DELL'ARTE E CASI STUDIO DI PROGETTAZIONE CON SOFTWARE SPECIALIZZATO



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



Stato dell'arte e prospettico delle nuove installazioni fotovoltaiche & BES italiane di taglia utility scale

Ing. Alessandro Caffarelli – Global Head of Operations UNDO Group

14/05/2025

UNDO / WHO WE ARE



We produce **85 GWh/y** with our 128 renewable plants



3

Founders



56

UNDO People



17 Years

Since 2008



72.1 MW

Renewable plants



100 M€/y

Investments

Categoria	Fonte Energetica	Potenza Installata [GW]	Fonte Dati
Rinnovabili (FER)	Solare fotovoltaico	2.232	SolarPower Europe, 2025
	Eolico (on/offshore)	1.133	IRENA, 2024
	Idroelettrico	1.408	IRENA, 2024
	Bioenergia	150	IRENA, 2024
	Geotermico	15	IRENA, 2024
Totale FER		4.938	Calcolo aggregato
Fossili	Carbone	2.143	Global Energy Monitor, 2025
	Gas naturale	1.900 (stima)	IEA, 2025
	Petrolio e altri	400 (stima)	IEA, 2025
Totale Fossili		4.443	
Nucleare	Energia nucleare	413	IEA, 2025
Totale Generale		9.794	

PHOTOVOLTAICS>>

>> **Sistemi residenziali, C&I e utility-scale** connessi alla rete in operation

I valori si basano sulla rielaborazione dati del report [SolarPower Europe, GMO 2025–2029](#)

SolarPower Europe



PHOTOVOLTAICS / WORLD

597 GW

Power PV installed in 2024

WORLD

+36% vs 2023

2,2 TW

Power PV In Operation 2024

WORLD

RIFLESSIONE:

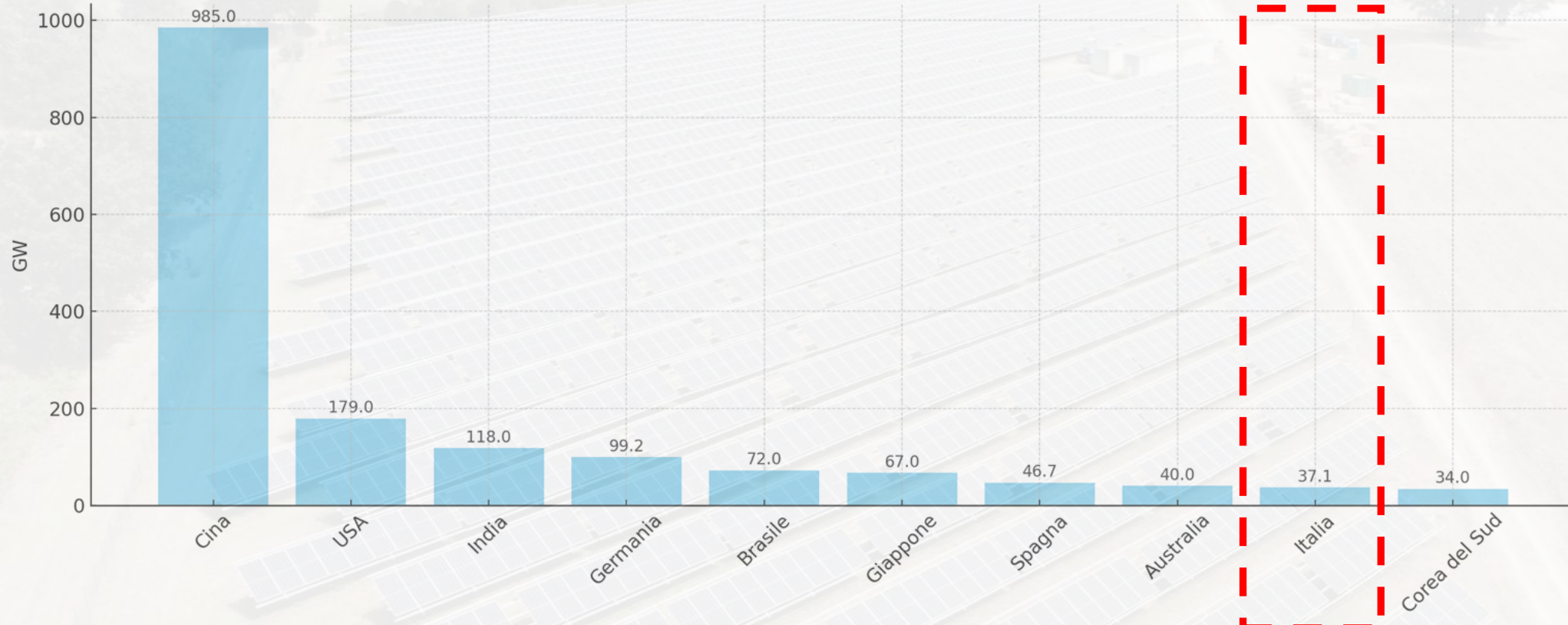
Il **primo Terawatt [1 TW]** è stato raggiunto nel **2022**, dopo quasi 70 anni dalla commercializzazione delle celle fotovoltaiche.

Il **secondo Terawatt** è stato aggiunto in **meno di due anni**, segno di un'accelerazione esponenziale della diffusione del fotovoltaico a livello mondiale

PHOTOVOLTAICS / TOP 10 WORLD / POWER IN OPERATION

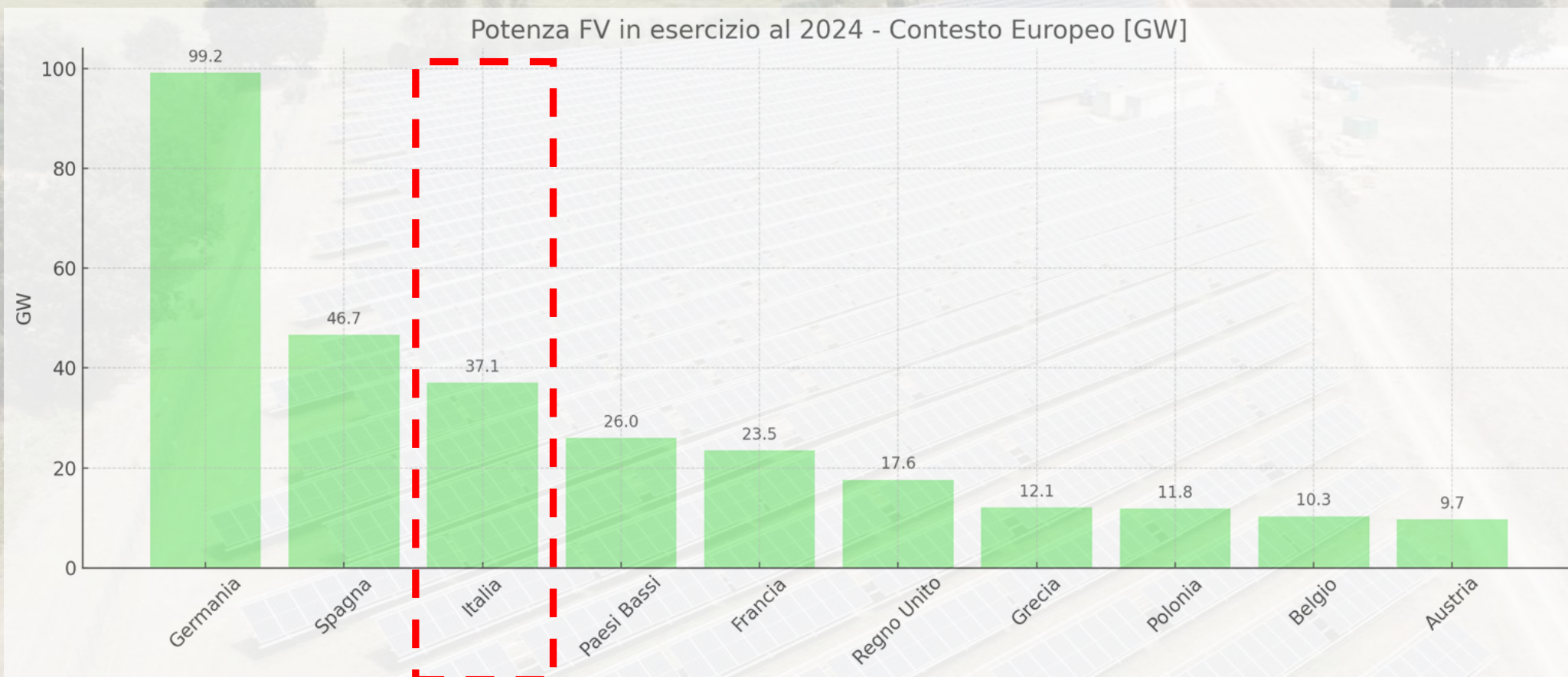
2024

Potenza FV in esercizio al 2024 - Contesto Mondiale [GW]

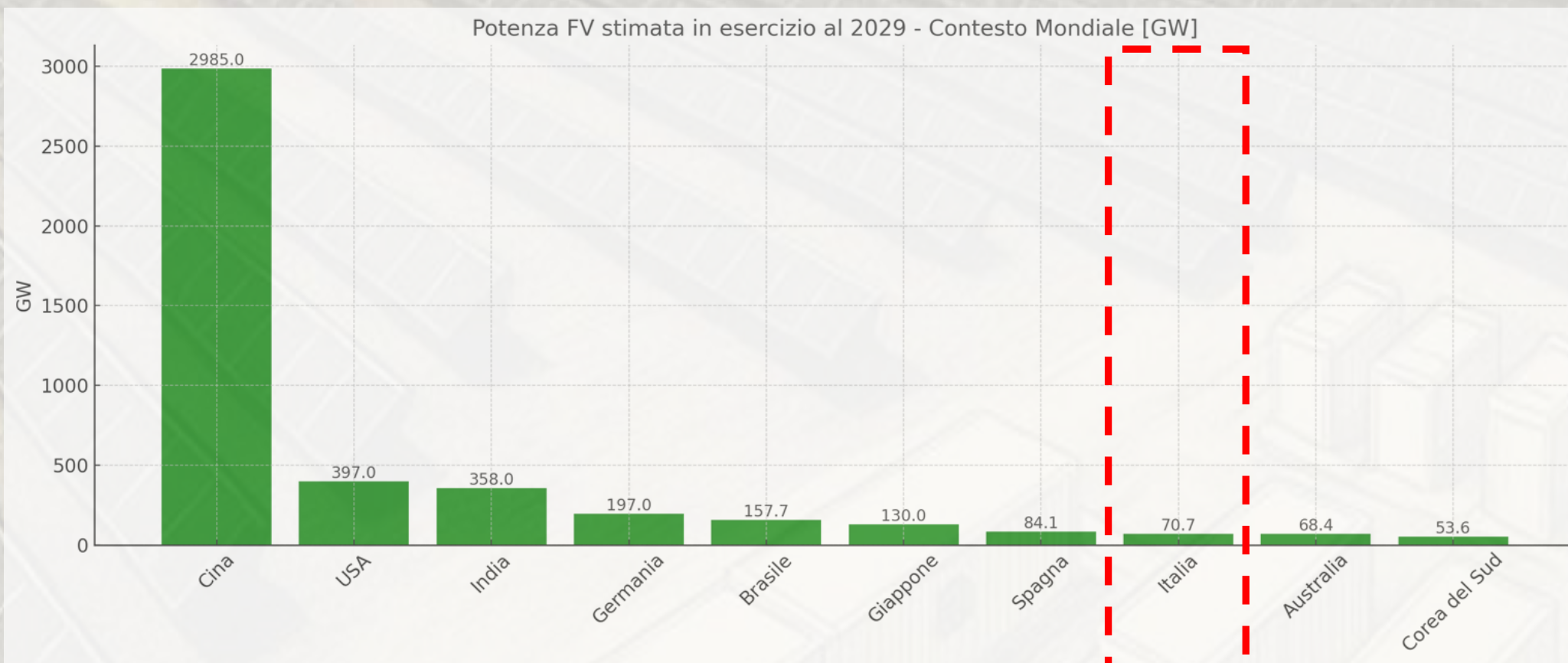


PHOTOVOLTAICS / TOP 10 EUROPE / POWER IN OPERATION

2024



PHOTOVOLTAICS / TOP 10 WORLD FUTURE / POWER IN OPERATION



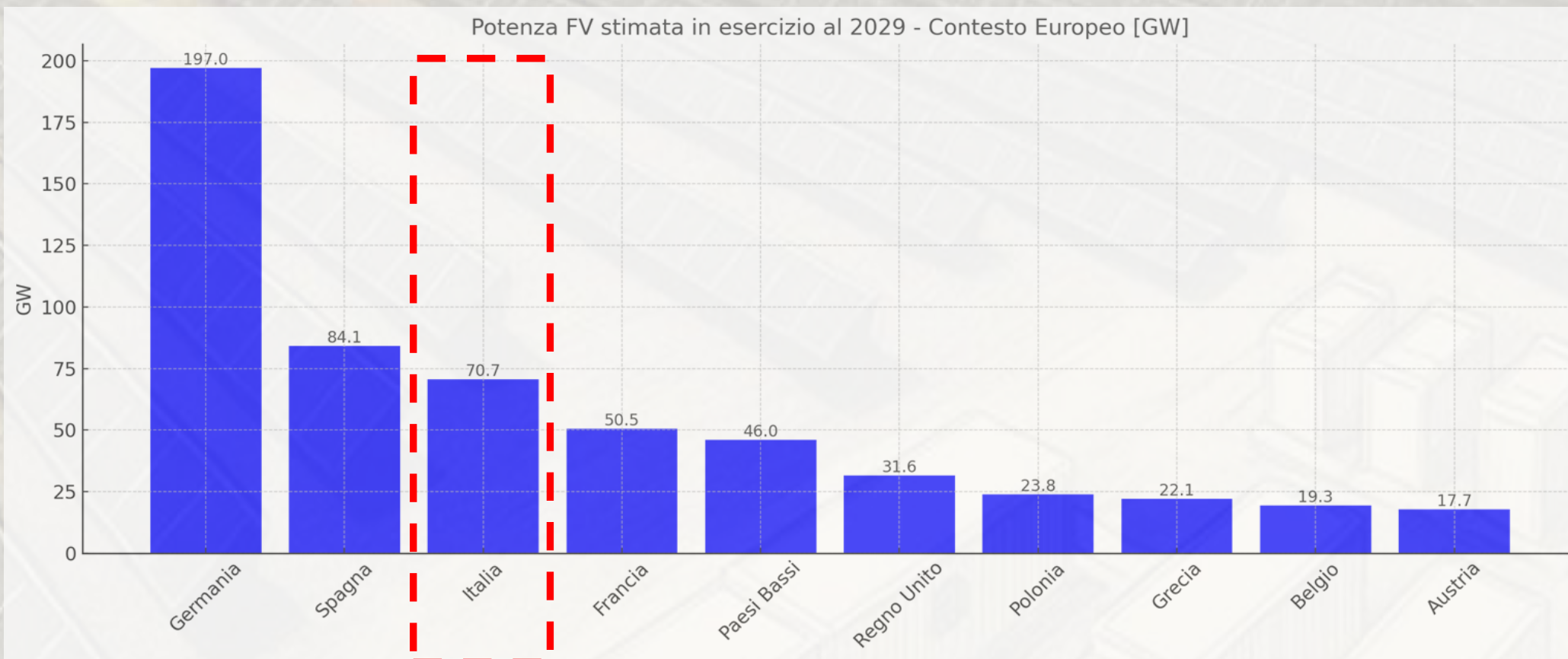
2029

7,1 TW

Valori stimati sulla base dello scenario "Medium Scenario" presentato nel report ***Global Market Outlook for Solar Power 2025–2029***

PHOTOVOLTAICS / TOP 10 EUROPE FUTURE / POWER IN OPERATION

2029



Valori stimati sulla base dello scenario "Medium Scenario" presentato nel report ***Global Market Outlook for Solar Power 2025–2029***

STORAGE>>

>> **Sistemi residenziali, C&I e utility-scale** connessi alla rete in operation

Sia **Behind-the-meter (Btm)** che **Front-of-the-meter (Ftm)**

>> Solo **storage elettrochimico** (batterie), NO pompaggio idroelettrico

I valori si basano sulla rielaborazione dati del report [*European Market Outlook for Battery Storage 2025-2029*](#) SolarPower Europe, e integrano proporzioni realistiche per i paesi non esplicitamente citati in dettaglio nel report.



**European Market
Outlook for Battery
Storage 2025-2029**



Co-location

Coupled

Stand-alone

 **Definizione**
Batteria installata nello stesso sito della fonte rinnovabile, ma tecnicamente indipendente.

 **Connessione**
Ha **connessione propria** alla rete (**separata** dal generatore FV/eolico che hanno propria connessione alla rete).

 **Flessibilità operativa**
Batteria caricata dalla rete o dall'impianto pv.

 **Business model**
Può vendere servizi indipendenti (es. FCR, arbitraggio).

 **Aspetti regolatori**
Meno vincoli: può essere classificata come asset separato.

 **Esempio tipico**
Un **BESS industriale** vicino a un parco fotovoltaico ma separato elettricamente.

Batteria elettricamente **integrata** con la fonte rinnovabile (FV o eolica).

Condivide la connessione alla rete con il generatore.

Funziona in sinergia con l'impianto rinnovabile.

La batteria segue il profilo produttivo della fonte (es. time-shifting FV).

Più vincoli regolatori, dipende dall'integrazione tecnica e fiscale.

Un sistema **FV+BESS** residenziale con inverter ibrido.

Batteria completamente **indipendente** da impianti di generazione FER.

Ha **connessione propria diretta** alla rete elettrica.

Completamente autonoma nella gestione di carica/scarica.

Focalizzata su servizi di rete, arbitraggio, stabilizzazione.

Dipende esclusivamente dalla normativa sugli impianti di storage indipendenti.

BESS Utility Scale connesso in AT per erogazione servizi bilanciamento

STORAGE / BESS STAND ALONE



>> Reid Gardner Battery Energy Storage System – Moapa, Nevada, USA

>> 220 MW / 440 MWh / 2,4 Ha

STORAGE / BESS COUPLED



>> **Cunderdin Hybrid Solar PV + BESS – Australia**

>> 55 MW / 220 MWh / dc coupled PV 128 MWp

STORAGE / BESS CO-LOCATION

- ✓ **BESS e PV sono installati sullo stesso sito fisico**, ma sono dotati di connessioni alla rete separate
- ✓ Il sistema riceve energia **sia dal fotovoltaico che dalla rete**, in funzione della logica di dispacciamento.
- ✓ Il sistema fornisce **energia alla rete tra le 5:00 e le 21:30**, quindi **la batteria è caricata strategicamente per garantire disponibilità nei momenti di maggiore domanda**, anche quando il sole non c'è.



>> Kenhardt Hybrd Project, Provincia del Northern Cape, Sudafrica

>> 225 MW / 1.440 MWh / co-location PV 540 MWp

BESS / CAPEX & TARIFFA MACSE

$$\text{CAPEX}_{\text{total}} = \underbrace{P \cdot C_{\text{pot}}}_{\text{Power Component}} + \underbrace{(P \cdot h) \cdot C_{\text{energy}}(t)}_{\text{Energy Component}} + \underbrace{C_{\text{grid}}}_{\text{Grid Works Component}}$$

GRID WORKS COMPONENT:
TWO CONFIGURATIONS (AT
OPTION A AND MT OPTION B).



>> **Capex:** tra 189.000 e 282.000 €/MWh per sistemi da 4-8 ore.



ARERA

Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente

Consultazione 15 aprile 2025

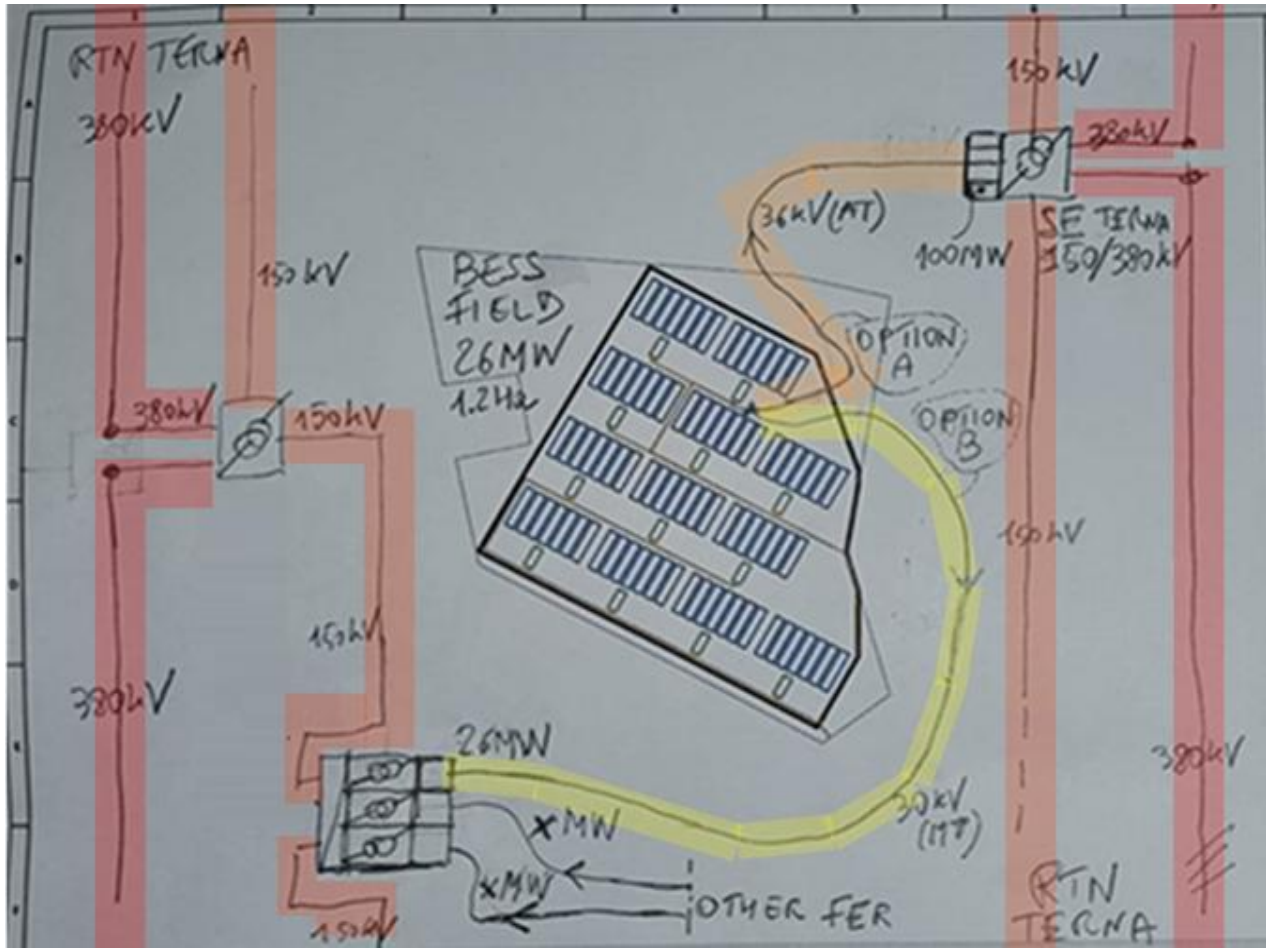
168/2025/R/eel

Data ultima per invio osservazioni: 16 maggio 2025

La consultazione, riguarda la **definizione del premio massimo** per la **prima asta MACSE**, prevista per il 30 settembre 2025, con anno di consegna fissato al 2028.

- Riguarda **esclusivamente batterie (NO pompaggi idroelettrici)**
- Il premio massimo è calcolato in base al **CONE (Cost of New Entry)**, come stabilito dalla Commissione Europea nella decisione SA.104106 (2023/N)

Premio massimo proposto: 32.000 €/MWh/anno



BESS / SENSITIVITY MATRIX IRR LEVERED

BESS STAND ALONE 50 MW / 200 MWh

Sensitivity Matrix – Levered IRR Post-Tax (MACSE: 15 years from COD, then Merchant Tridente)



FULL MACSE:

MACSE (Years 1–15) + Pure Merchant (Years 16–25).

HP:

Premio MACSE=22.000 euro /MWh

Merchant: MGP (Load Shifting)+MB (Balancing)+XBID (Intraday).

BESS / SENSITIVITY MATRIX IRR LEVERED



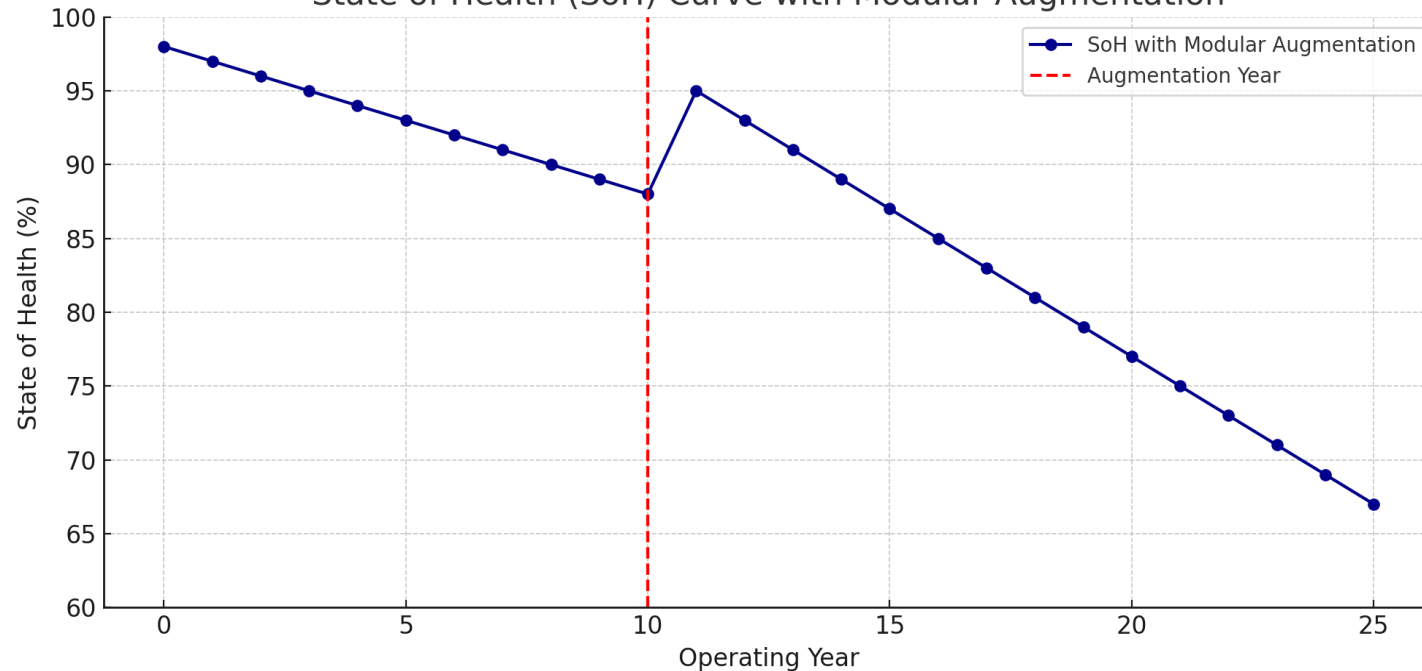
- Augmentation at year 11



Curve Structure

- Years 0–10: linear degradation from 98% → 88% (–1%/year)
- Year 10: augmentation resets SoH to 95%
- Years 11–25: new degradation from 95% → 65% (–2%/year)

State of Health (SoH) Curve with Modular Augmentation

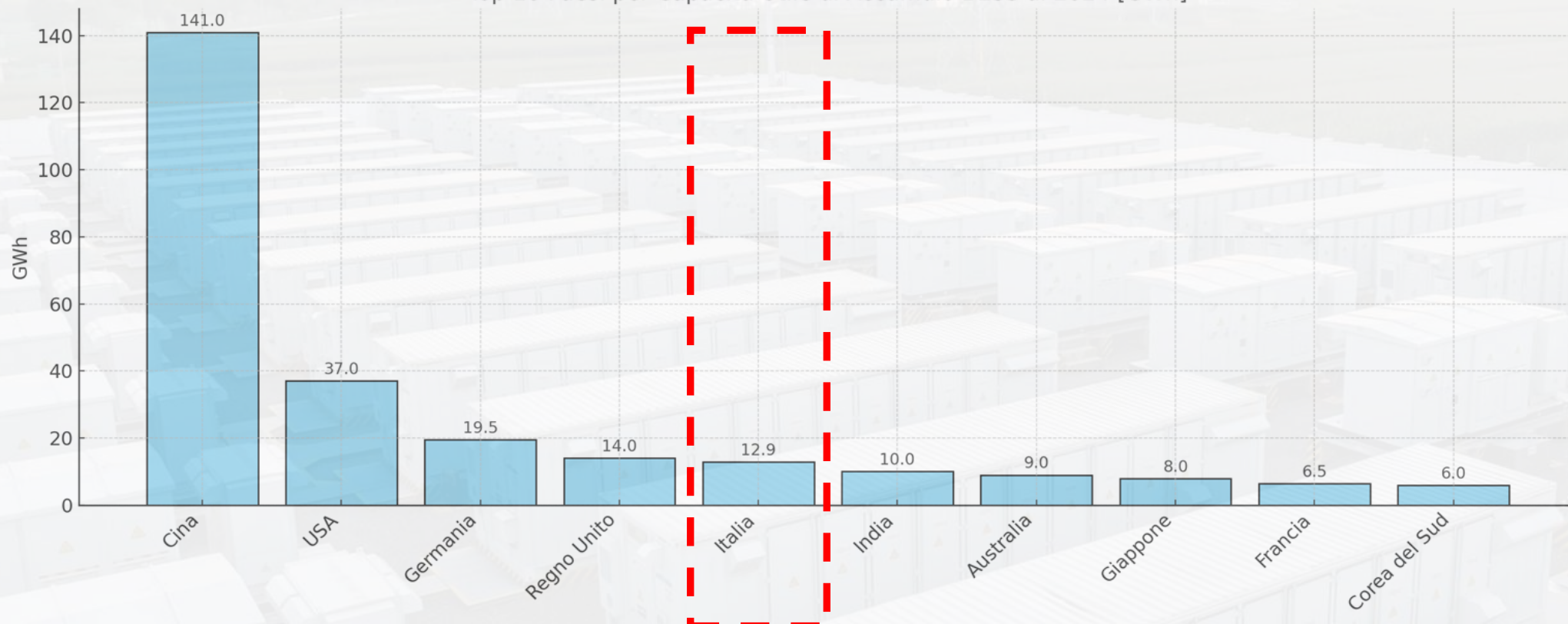


Residenziale: 49% Utility-scale : 40% C&I : 11%	Storage In Operation 2024	358 GWh
WORLD		WORLD
Residenziale: 25% Utility-scale : 63% C&I : 12%	Storage In Operation 2029	1,4 TWh
WORLD		WORLD

STORAGE / TOP 10 WORLD / ENERGY IN OPERATION

2024

Top 10 Paesi per Capacità Utile di Accumulo BESS al 2024 [GWh]



 **Potenza complessiva**

5,6 GW

 **Capacità utile massima**

12,9 GWh

 **Sistemi in esercizio**

~730.000 unità

 **Fonte**

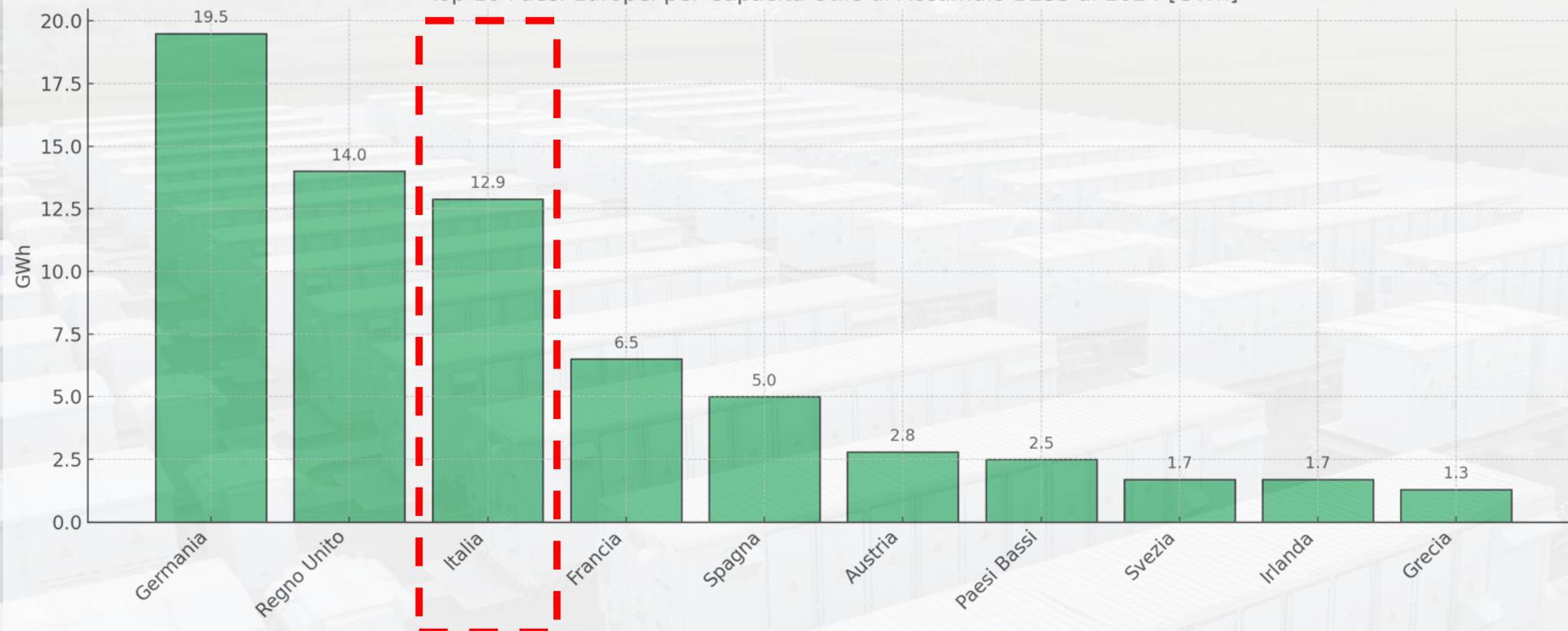
Terna, QualEnergia.it

Elaborazione su dati European Market Outlook for Battery Storage 2025-2029

STORAGE / TOP 10 EUROPE / ENERGY IN OPERATION

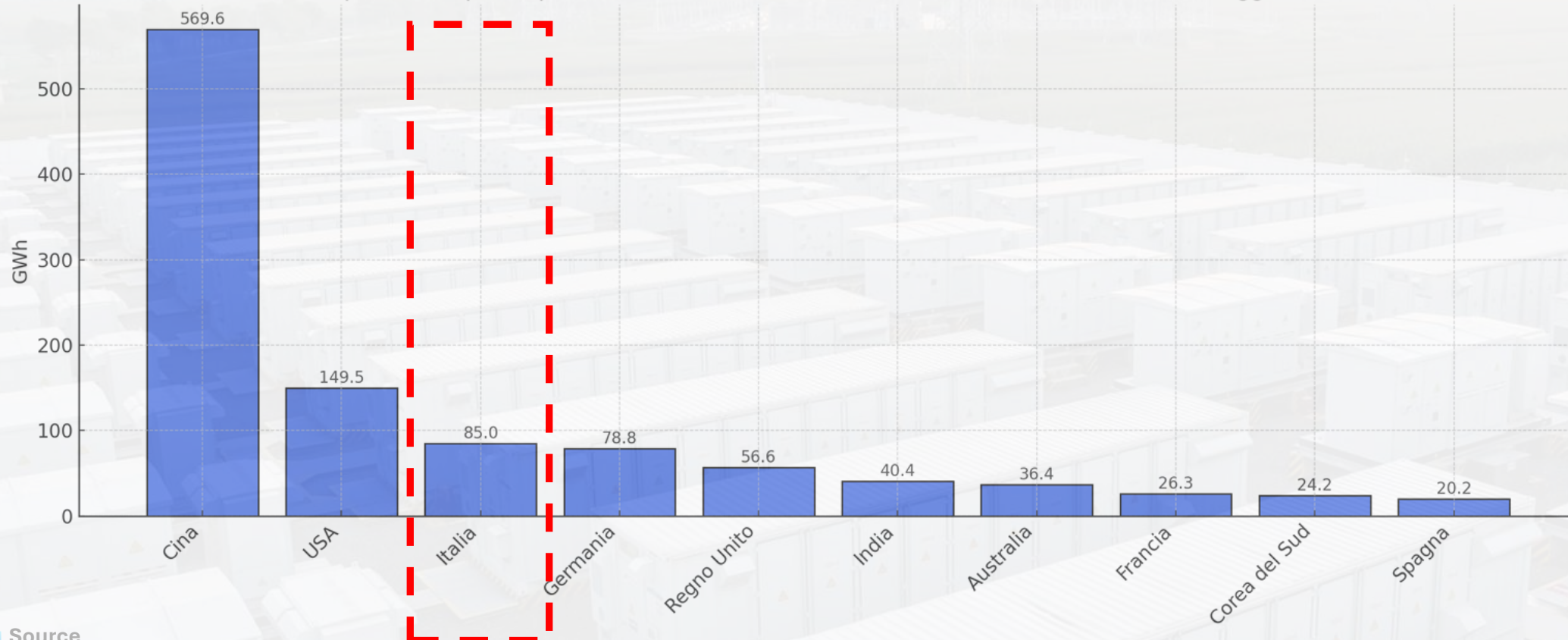
2024

Top 10 Paesi Europei per Capacità Utile di Accumulo BESS al 2024 [GWh]



STORAGE / TOP 10 WORLD FUTURE / ENERGY IN OPERATION

Top 10 Paesi per Capacità Utile di Accumulo BESS stimata al 2029 [GWh] - Valori aggiornati



2029

1,4 TWh

Source

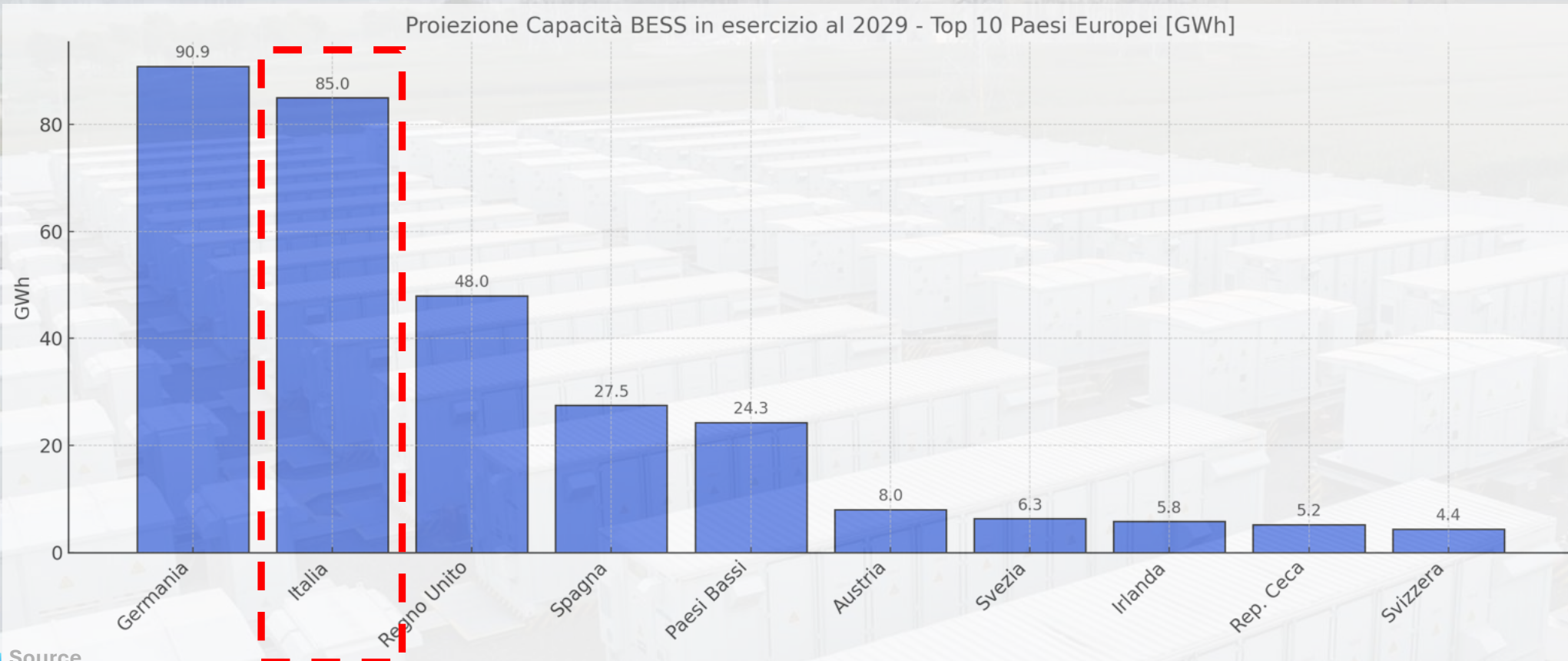
>> 2024:

- [SolarPower Europe – European Market Outlook for Battery Storage 2025–2029 \(2024 ed.\)](#)
- [Terna - QualEnergia.it \(Italia\)](#)
- [BSW Solar – Germania](#)
- [BloombergNEF – Global Energy Storage Outlook Q4 2024](#)

>> 2029:

- [SolarPower Europe – European Market Outlook for Battery Storage 2025–2029 \(Scenario Medio\)](#)
- [BloombergNEF – Global Market Forecasts for Battery Storage to 2030](#)

STORAGE / TOP 10 EUROPE / ENERGY IN OPERATION



2029

300 GWh

Source

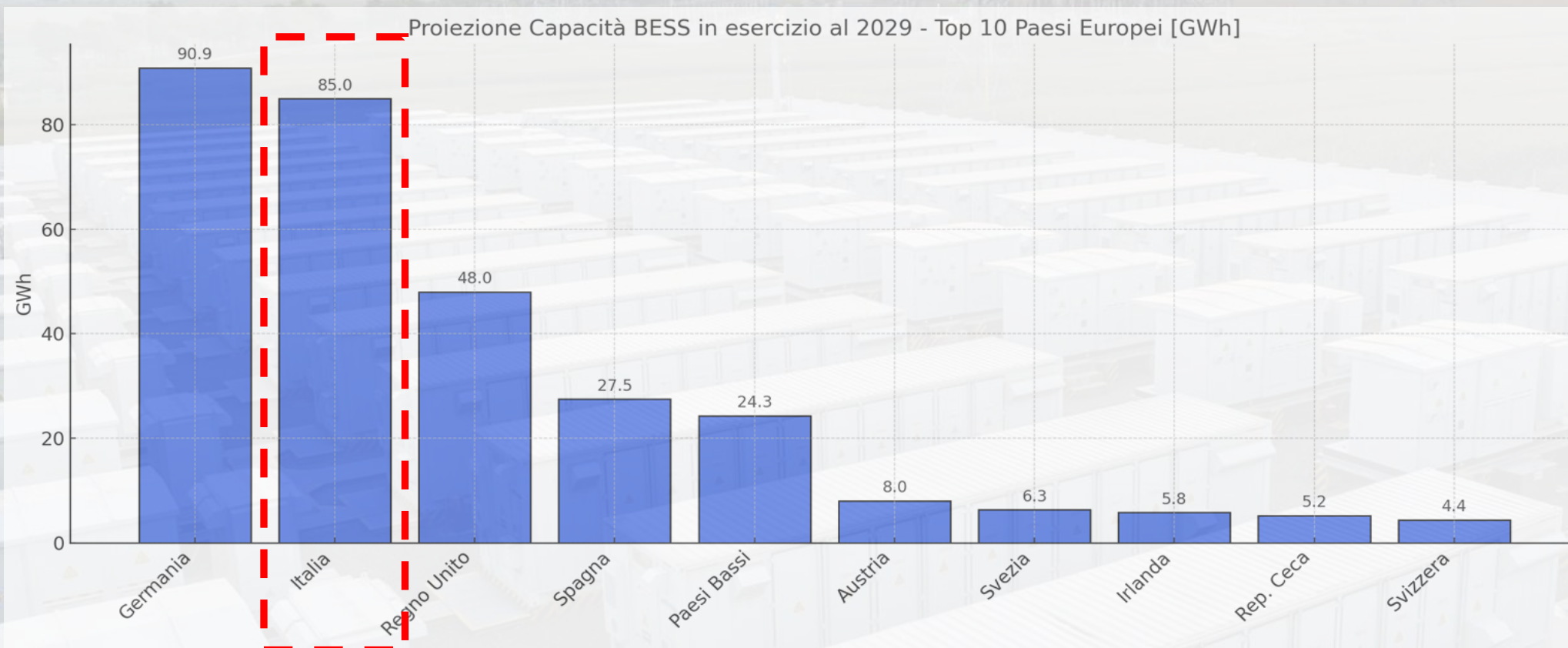
>> 2024:

- [SolarPower Europe – European Market Outlook for Battery Storage 2025–2029 \(2024 ed.\)](#)
- [Terna - QualEnergia.it \(Italia\)](#)
- [BSW Solar – Germania](#)
- BloombergNEF – Global Energy Storage Outlook Q4 2024

>> 2029:

- [SolarPower Europe – European Market Outlook for Battery Storage 2025–2029 \(Scenario Medio\)](#)
- BloombergNEF – Global Market Forecasts for Battery Storage to 2030

STORAGE / TOP 10 EUROPE / ENERGY IN OPERATION



2029

300 GWh

RIFLESSIONE:

secondo l'iniziativa "Mission Solar 2040", per essere allineati con le **esigenze di flessibilità** del sistema elettrico europeo, l'Europa dovrebbe raggiungere **780 GWh entro il 2030**.

