



Claudio Della Volpe  
UNITN, SCI, ASPO-ITALIA  
claudio.dellavolpe@unitn.it

## A QUANDO IL PRIMO TERAWATTORA DA ACCUMULO RINNOVABILE?

L'idea che per usare le energie rinnovabili occorra avere un esteso sistema di accumulo energetico, completamente diverso da quello attuale, si fa strada con enorme difficoltà. Giorni fa ho provato a chiedere a ChatGPT quanto accumulo esiste nel mondo e l'IA mi ha risposto testualmente usando i dati dell'accumulo a breve termine, *decine o centinaia di TWh*, calcolati come la capacità annuale cumulata di ripetere cicli di accumulo breve, dell'ordine di qualche ora (sono quantità addirittura spesso misurate o stimate in potenza *non* in energia e legate alle necessità di mantenere costanti i parametri di rete tipo la frequenza con interventi *puntuali*). A questo punto ho insistito chiarendo che intendevo l'accumulo "a lungo termine", ma con scarsi risultati quantitativi; solo quando ho usato l'acronimo LDES, Long Duration Energy Storage, che è definito, sia pure ambiguamente, *fino ad almeno 100 ore o più di accumulo*, l'IA (che rivela in casi del genere la sua vera natura poco intelligente di *pappagallo stocastico*) ha smesso di darmi numeri vistosi riconoscendo che la cosa è *in fieri* e che a livello mondiale esiste pochissimo a riguardo: i numeri sono scomparsi. Il LDES Council, associazione nata con lo scopo di sviluppare la tec-

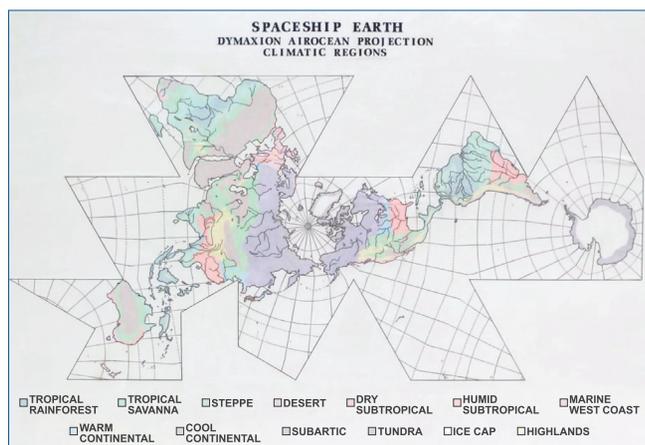


Fig. 1- Dimaxion Map [https://static.dezeen.com/uploads/2013/08/dezeen\\_dymaxion\\_Spaceship\\_Earth\\_Climatic\\_Regions\\_Ray\\_Simpson\\_1\\_1000.jpg](https://static.dezeen.com/uploads/2013/08/dezeen_dymaxion_Spaceship_Earth_Climatic_Regions_Ray_Simpson_1_1000.jpg)

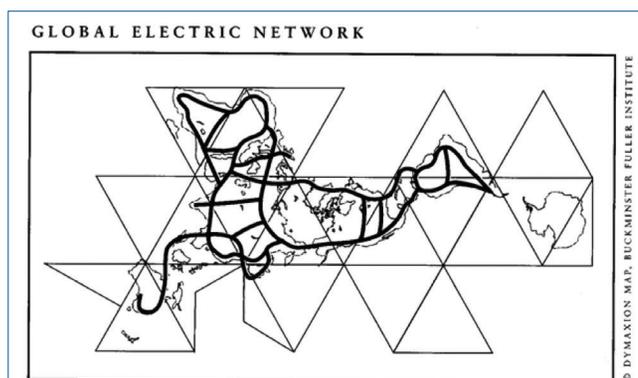


Fig. 2 - La rete elettrica mondiale immaginata da Buckminster-Fuller <https://centerforneweconomics.org/publications/thinking-globally-acting-locally-and-vice-versa/>

nologia, fa lo stesso; nel **report 2024** fornisce solo potenze e non energie e le fornisce solo per alcuni Paesi, non dà stime dell'esistente.

In realtà esiste nella nostra cultura la coscienza che l'accumulo potrebbe non servire; fin dalla prima metà del XX secolo Buckminster Fuller, inventore prolifico e geniale, a cui noi chimici abbiamo dedicato il buckminsterfullerene, aveva proposto la costruzione di una grande rete mondiale dell'energia elettrica alimentata dalle energie solari ed estesa a tutto il mondo basata sull'idea che dopotutto metà della Terra è sempre esposta al Sole e, dunque, può fornire energia all'altra metà. Ma finché rimaniamo un'accozzaglia di Paesi in conflitto fra di loro, orgogliosi e stupidissimi bipedi spelati con in testa un mercato a crescita infinita, c'è poca speranza che questo si realizzi e così siamo obbligati ad inventarci costose e complesse tecnologie di accumulo energetico, per giunta duplicate in ogni Paese o blocco di Paesi. La Dimaxion Map (Fig. 1), una proiezione icosaedrica del pianeta pubblicata nel 1938, fu accompagnata successivamente dalla proposta di una sola grande rete energetica estesa a tutti i continenti (Fig. 2), considerati come una unica isola (non molto diversa dopo tutto dalla "astronave Terra" descritta da Balzani e Armaroli).





Ma se rimaniamo nella (ahimè) tragica situazione attuale in cui gli USA rivendicano la proprietà di Groenlandia e Canada, minacciando interventi armati, la Russia invade l'Ucraina e la Cina minaccia di invadere Taiwan, non rimane molto oltre la ricerca (ridicolmente proprietaria) di efficienti tecnologie di accumulo LDES.

Già, ma quanto ne abbiamo al momento e quanto ce ne servirebbe?

Facciamo l'esempio dell'Italia per capire il problema. Anzitutto dobbiamo considerare essenzialmente gli impianti di accumulo idroelettrici e, in particolare, quelli cosiddetti a pompaggio, che sono solo 22 su un totale di quasi 4700 centrali idroelettriche. Poche gigantesche centrali dedicate a questo solo scopo, che possono accumulare e produrre. Secondo gli ultimi **dati di Terna** (2023), delle 22 centrali ben 14 sono al Nord, con una potenza massima di assorbimento/produzione di circa 7 GW, e una capacità di stoccaggio totale di 53 GWh (circa 7 ore di funzionamento a pieno regime (53/7,6=6,97)). L'84% della capacità di stoccaggio è concentrata nei maggiori impianti, di cui 3 al Nord (Edolo, Entracque e San Fiorano) e 2 al Sud (Presenzano e Anapo). Ossia noi, un grande Paese industriale che consuma al momento 310 TWh/anno di elettricità (e che dopo la transizione arriverà probabilmente a circa 1000) abbiamo una capacità di stoccaggio assoluto che è dell'ordine di 0,053TWh!! Se pure consideriamo il fatto che tali centrali vengono ricaricate, quando non producono ovviamente, vediamo che la loro producibilità annua è di soli 3,5 TWh, ossia a piena potenza equivalente funzionano per sole 500 ore l'anno e ci danno circa l'1% del necessario: il resto del tempo si ricaricano. O più semplicemente si caricano e scaricano a potenza non ottimale (nel nostro senso), che dipende dall'uso che ne facciamo. Per esempio, le usiamo, come scrivevo sopra, per modulare la rete, la sua frequenza, la forma d'onda, per mantenerla in equilibrio assorbendo l'eccesso di produzione FV nei giorni estivi.

Nel mondo sono tutte così. Per esempio in Cina, la più grande centrale idroelettrica di pompaggio è la Fengning, con una potenza di 3,6 GW e una capacità di stoccaggio di 40 GWh (ossia può vuotarsi in poco più di 11 ore), oppure Bath County in Virginia (USA), con 3 GW di potenza e 24 GWh di capacità (8 ore di capacità).

Ma a noi serve un diverso tipo di accumulo, un accumulo di lungo periodo che copra la carenza notturna

o invernale di FV, o la mancanza di vento, o che bilanci l'eccesso produttivo estivo.

Praticamente al mondo *non* esiste al momento capacità di accumulo di lungo periodo; al massimo usando in modo spinto quella attuale si potrebbe coprire parte di una lunga notte invernale, ma nemmeno a pensarci di coprire i pomeriggi bui e le notti più lunghe dell'anno, fra dicembre e febbraio, oppure i periodi di cattivo tempo prolungati, che riducono la produzione fotovoltaica invernale.

Per far fronte a quei periodi occorrono grandi serbatoi elettrochimici (a litio ione o in flusso) oppure grandissimi impianti di trasformazione che traducano in idrogeno (elettrolisi) e poi, casomai, in metano (reazioni Sabatier-like) l'eccesso di produzione estiva del FV o le poussée del vento e siano poi capaci di accumularlo da qualche parte (forse sottoterra) in attesa dei momenti "bui" dell'inverno o della notte o delle fasi di bonaccia durante le quali potenti impianti termoelettrici a ciclo combinato (di cui non abbiamo poi tanta abbondanza e che dovrebbero funzionare solo poche decine o centinaia di ore l'anno, con costi alti) possano bruciarlo e tramite meccanismi di filtraggio recuperare poi la CO<sub>2</sub> prodotta per riusarla. Ovviamente possiamo pensare ad impianti di accumulo basati sull'ammoniaca oppure su trasformazioni di fase o sulla compressione del gas; ma la scala a cui dobbiamo immaginarli *non è quella dell'accumulo attuale*, dosato su esigenze diverse.

Ci serve un accumulo di lungo periodo, capace di fornire decine di TWh di energia durante parecchi giorni; per questo c'è bisogno che abbia una densità di stoccaggio alta, molto più alta dell'accumulo idroelettrico che non può superare i 10 kJ/kg. Niente è meglio, dunque, di un accumulo chimico o elettrochimico (che arrivano senza problemi a due o tre ordini di grandezza sopra): oltre a batterie e idrogeno, anche un metallo andrebbe bene o, come riferivo, una piccola molecola (metano o ammoniaca) ma anche una sostanza organica, che, dopo tutto, è ricca di idrogeno (per esempio la reazione decalina-naftalene). Non banale da immaginare, certo, ma tuttavia stoccare la naftalina o il metano è più semplice che stoccare uranio o i suoi residui di reazione nucleare. Non esiste nulla di tutto questo al momento e non sappiamo nemmeno che dimensioni debba avere una tale specie di accumulo. Mai come in questo momento il futuro è chimica. E per di più tutta da inventare o almeno da mettere a punto a livello industriale.