



aifos

17 settembre 2025

Ore 14:30 – 16:30

WORKSHOP

Batterie al litio: sicurezza, sostenibilità e gestione responsabile lungo il ciclo di vita

Marco Berrettini, formatore e consulente ambientale Gruppo Ambiente Sicurezza

safety **expo**  **20**
PREVENZIONE INCENDI **25**



Benvenuti! Presentiamoci

Marco Berrettini

cobat ACADEMY
sharing knowledge

Email:

marco.berrettini@gruppoambientesicurezza.it

Laureato in Chimica e PhD in Biochimica.

Consulente ADR e RT ANGA

Responsabile impianto trattamento rifiuti speciali





Di cosa parliamo oggi

Apertura e introduzione

- Perché le batterie al litio rivestono oggi un ruolo strategico per la transizione energetica e industriale?
- Trend di mercato e settori coinvolti (mobilità, energia, elettronica, logistica, edilizia...)

Rischi e criticità operative

- Pericoli fisico-chimici delle batterie (termico, esplosione, incendio, rilascio di sostanze)
- Incidenti noti: cosa possiamo imparare?
- Norme tecniche e standard di riferimento (ADR, UN Manual of test and criteria, Marcatura CE)

Gestione sostenibile del ciclo di vita

- Panoramica sul ciclo di vita: produzione, utilizzo, stoccaggio, trasporto, seconda vita, riciclo
- Introduzione al **Regolamento (UE) 2023/1542** sulle batterie: second life e riciclo



Il ruolo strategico delle batterie al litio



Transizione Energetica

- Mobilità elettrica → riduzione CO₂ nei trasporti
- Integrazione rinnovabili → gestione dell'intermittenza
- Decarbonizzazione → minore dipendenza dai fossili



Competitività Industriale

- Ecosistemi produttivi → gigafactory, riciclo, innovazione
- Autonomia strategica → UE, USA, Cina
- Occupazione qualificata → filiere ad alto valore aggiunto



Dimensione Geopolitica

- Materie prime critiche → litio, cobalto, nichel
- Catene resilienti e sostenibili



Innovazione Tecnologica

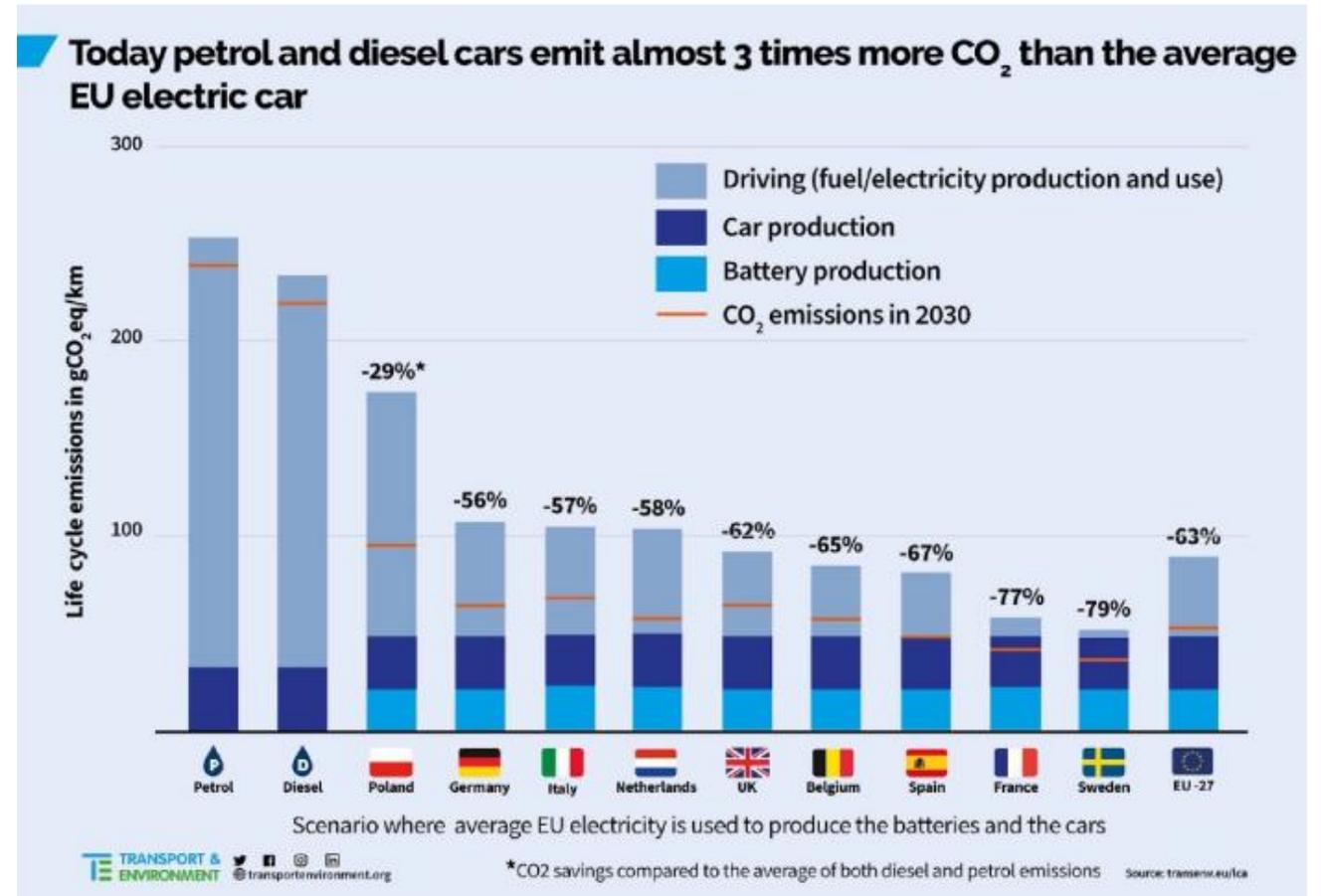
- Miglior compromesso: densità energetica, durata, ricarica rapida. nuove generazioni (LFP, solid-state)

Le batterie al litio sono la spina dorsale della transizione energetica e industriale, chiave per competitività, autonomia strategica e decarbonizzazione.



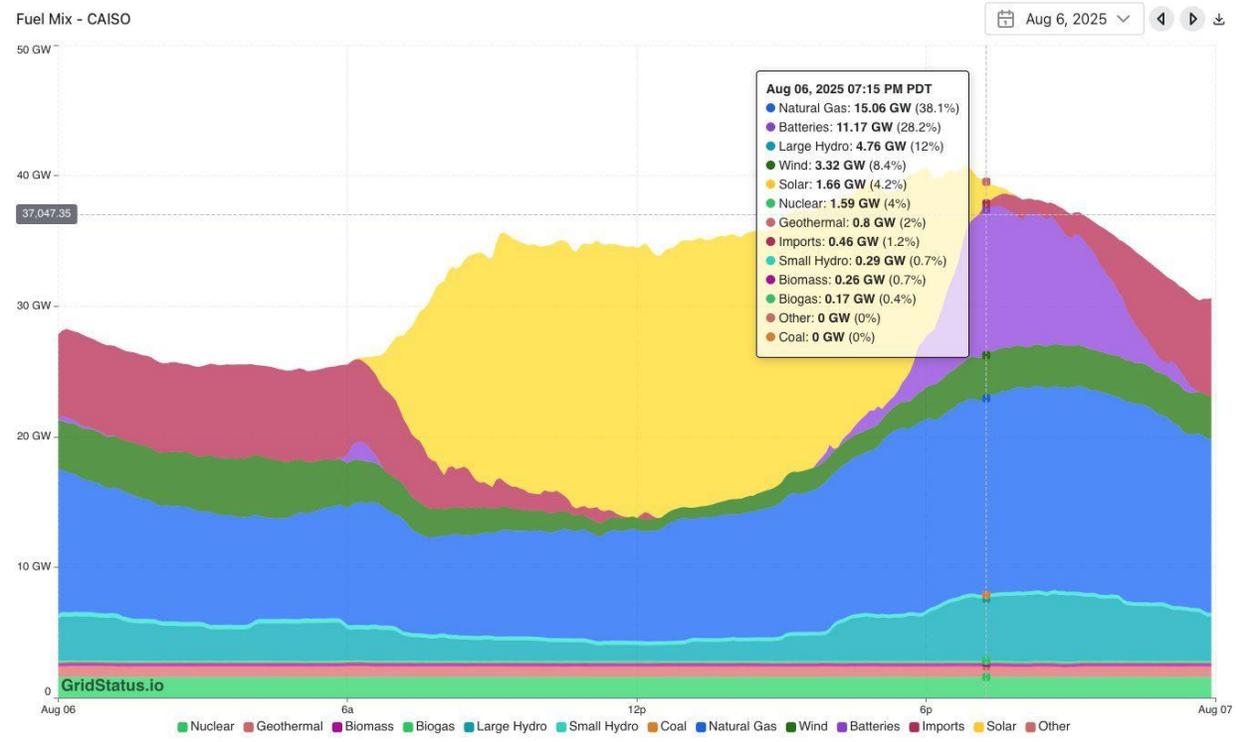
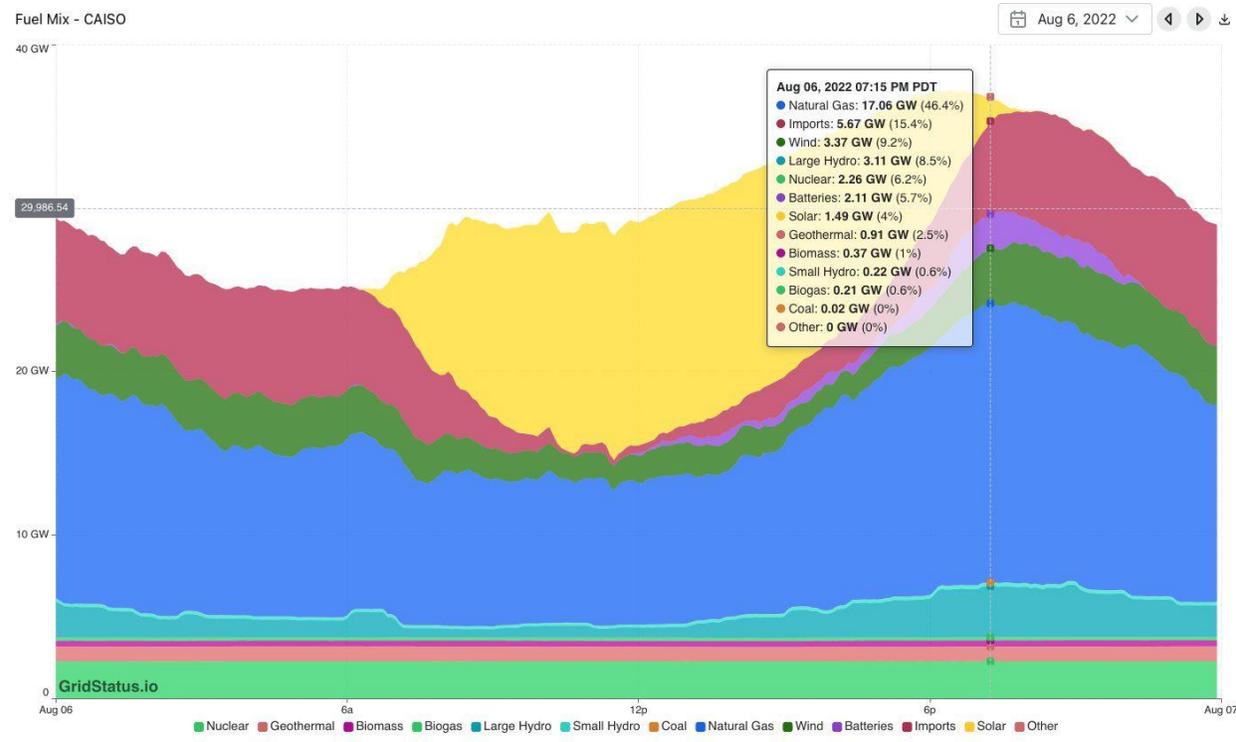
Mobilità elettrica e CO2

- Le auto elettriche sono penalizzate all'inizio, poi recuperano in termini di emissioni
- Sul *break even* stime diverse, ma comunque tendenza chiara





La gestione dell'intermittenza





Gestione dell'intermittenza (blackout Spagna)

Sara Aagesen, the Spanish minister in charge of energy, has offered a rough timeline of the blackout, adding more detail beyond what ENTSO-E published last week. This is what she said in Parliament (she spoke in Spanish, and all times are Madrid times):

- 1) For the first time, the Spanish government has ruled out a cyberattack on the operator of the grid (Red Eléctrica ruled it out two weeks ago, but Madrid kept the option open).
- 2) About half-hour before the blackout on April 28th, there were "at least" two "oscillations" in the pan-European grid, the minister said. She added that it was unclear whether they have any relation with the blackout. Further study continues.
- 3) The first of those oscillations occurred at 12.03pm and lasted just under five minutes. Its origin is unclear, but it triggered "strong" oscillations in voltage and frequency.
- 4) The second of those oscillations took place at 12.19pm and lasted about three minutes. She said the second oscillation is known to happen in the pan-European grid, and its origin was the centre-to-south-west of the Iberian Peninsula. To dampen the second oscillation, the Spanish grid took actions that the minister didn't specify.
- 5) The blackout occurred shortly after 12.30pm, when power demand in Spanish averaged ~25.1 GW. Of those, ~3 GW were coming from consumption of pumped hydropower plants. The sequence of the "successive" loss of generation was:

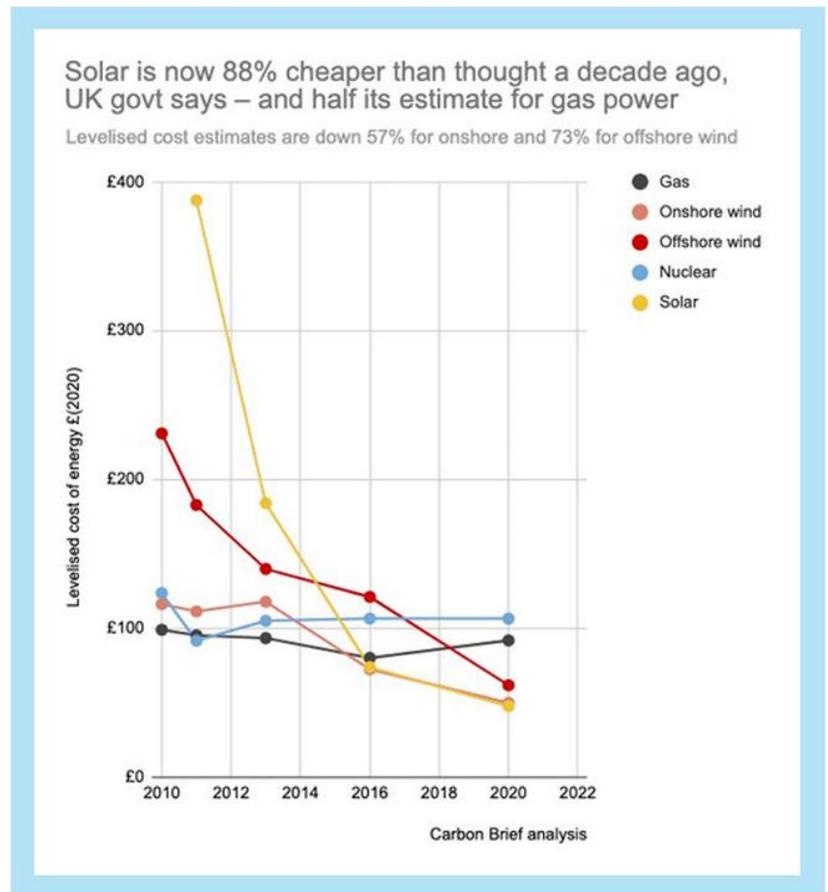
12.32.57 in Granada (Andalusia, south-east)
 12.33.16 in Badajoz (Extremadura, south-west)
 12.33.17 in Seville (Andalusia, south-west)

The minister said those three losses totalled 2.2 GW. She said currently the grid operator has information about the substations where the losses occurred, but she didn't detail what generation assets are downstream those substations (My own note: it's all but certain that the grid operator – and the government – already know).

- 6) Immediately, "over voltage" triggered a "cascade of generation losses." A "large scale" drop in generation triggered a "loss of synchronization" between the Iberian Peninsula and the rest of Europe. The French/Spanish power link is automatically disconnected.
- 7) First level of load shedding activated at 12.33.20 after frequency drops to 49.5 Hz
- 8) Over the following three seconds, six different levels of load shedding are triggered automatically (including stopping hydro pumped consumption) as further generation losses push frequency even lower (she didn't detail the lower point, but ENTSO-E last week said that frequency dropped to 48 Hz).
- 9) The sixth and last level of load shedding was automatically triggered at 12.33.22
- 10) The program of load shedding fails to avert the blackout as power generation continues to fall. Ultimately, the system collapses completely, and power generation drops to zero. ENTSO-E put the blackout at 12.33.24.

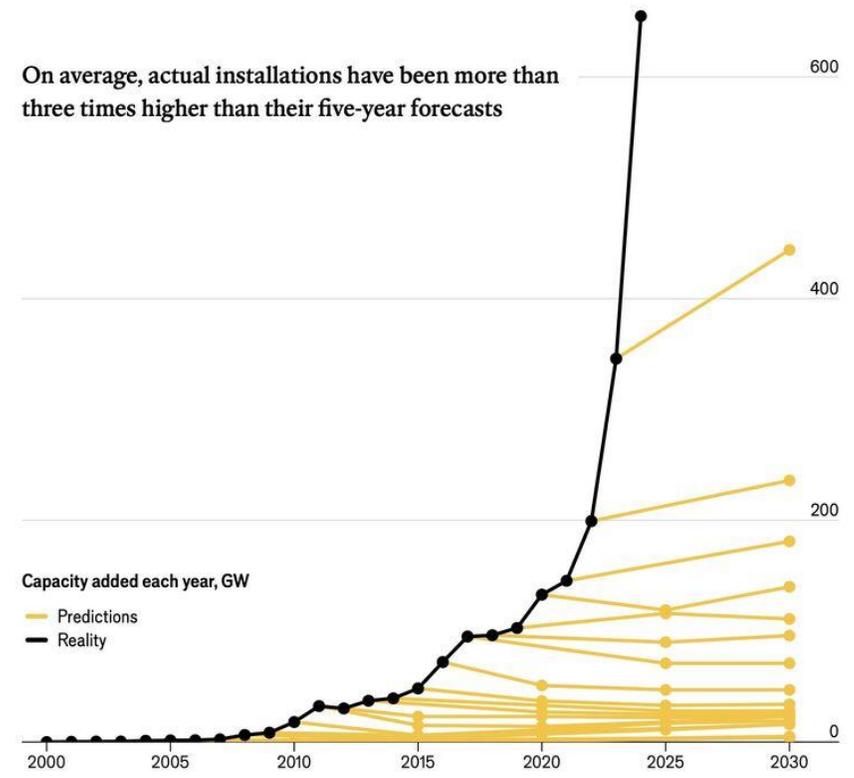


Minore dipendenza dai fossili



↓ EASY PV how solar outgrew expectations

On average, actual installations have been more than three times higher than their five-year forecasts



Installations for 2024 are an estimate from BloombergNEF for direct current solar capacity
 Sources: IEA; Energy Institute; BloombergNEF



Competitività industriale

HOME » Che fine ha fatto il progetto della gigafactory di Termoli?

Che fine ha fatto il progetto della gigafactory di Termoli?

7 Dicembre 2024

A fine novembre il ministro Urso ha spiegato ai rappresentanti sindacali che “il governo chiede a Stellantis di confermare la sua volontà di investire in Italia per realizzare le batterie elettriche che servono alla transizione energetica”

C'era una volta la gigafactory di Termoli. O, meglio, [il progetto della gigafactory di Termoli](#). Perché, considerata la durissima crisi che ha investito il settore automotive, al momento la possibilità che la struttura veda la luce si sono ridotte all'osso. Nel giugno scorso si è registrato il ripensamento di Acc, che avrebbe dovuto aprire una gigafactory per la mobilità elettrica a Termoli, in Molise.

Gigafactory: impianti di produzione di batterie su larga scala, capaci di abbattere i costi unitari e di garantire economie di scala.

Riciclo e second life: creazione di nuove filiere per il recupero dei materiali critici (litio, cobalto, nichel) e per il riutilizzo delle batterie in applicazioni stazionarie.

Innovazione di processo e di prodotto: miglioramenti continui in chimica delle celle, software di gestione (BMS) e riduzione dell'impatto ambientale lungo il ciclo di vita.

Stellantis, Imparato: “Con il nuovo piano obiettivo 100% elettrico per le auto non più realistico. Obiettivi Ue 2030-2035 irraggiungibili senza interventi concreti”

Al Salone di Monaco Stellantis annuncia una revisione della strategia Dare Forward puntando su un mix di motorizzazioni per rispondere alle sfide del mercato auto europeo



Il Green Deal?

Quella scadenza, ha spiegato Draghi, «era stata concepita per innescare un **circolo virtuoso**: obiettivi chiari avrebbero spinto gli investimenti nelle infrastrutture di ricarica, fatto crescere il mercato interno, stimolato l'innovazione e reso i modelli elettrici più economici. Si prevedeva che batterie, microchip si sviluppassero parallelamente. **Ma ciò non è avvenuto**».

Auto elettriche, Draghi bocchia la linea Ue: «Gli obiettivi del Green Deal si basano su presupposti che non valgono più»

16 SETTEMBRE 2023 - 12:35 GIANLUCA BRAMBILLA

f X in WhatsApp Telegram Email EMBED



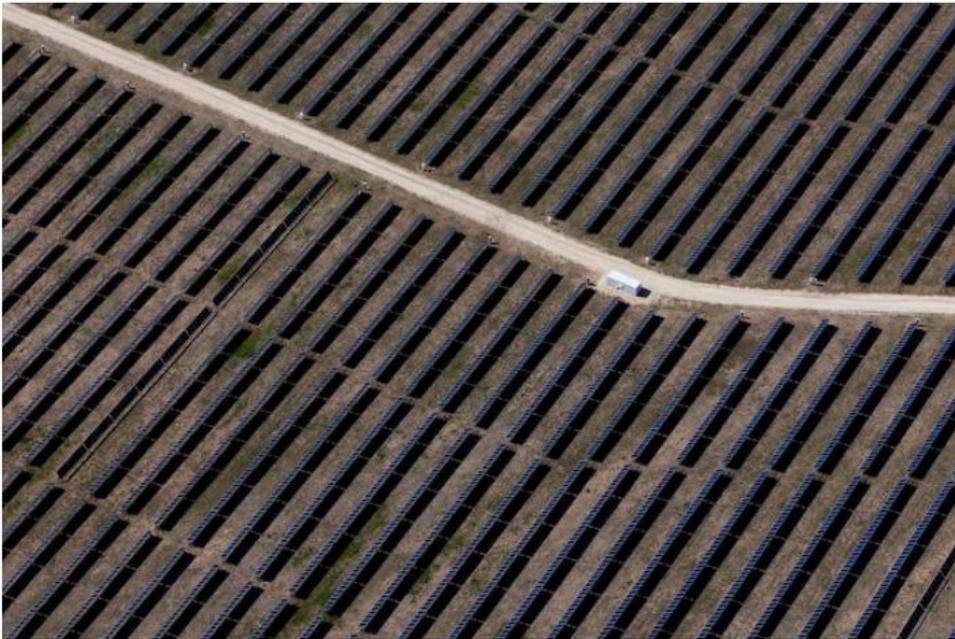


Frattura West BRICS?

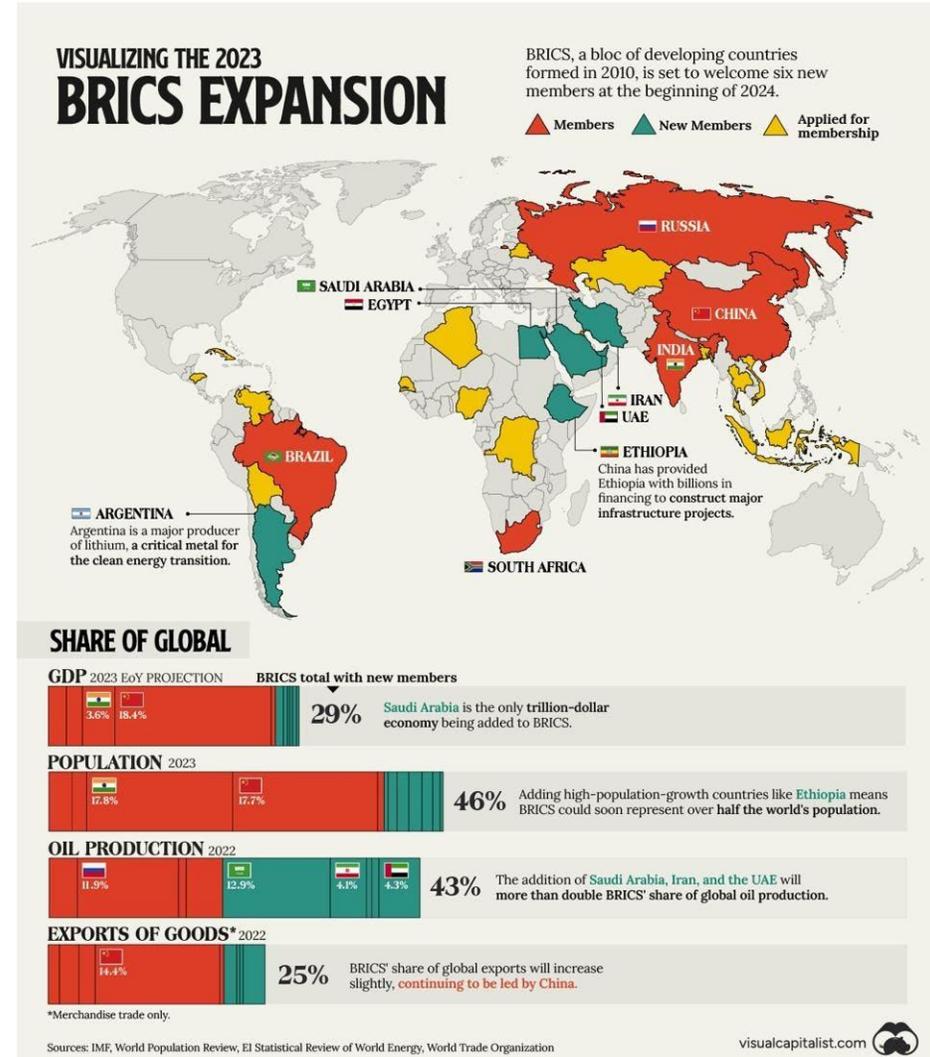
A timeline of Trump's moves to dismantle the US wind and solar energy industries

By Nichola Groom

August 27, 2025 11:13 PM GMT+2 · Updated August 27, 2025



An aerial view shows rows of solar panels at a solar farm in Anson, Texas, U.S., April 23, 2025. REUTERS/Daniel Cole/File Photo Purchase Licensing Rights





Frattura West BRICS?

20 African countries imported a record amount of solar panels in the 12 months to June 2025

Rolling 12 months imports of solar panels from China, megawatts

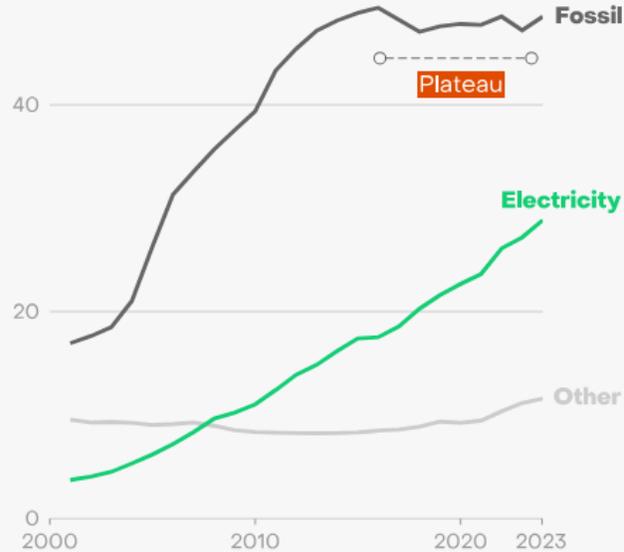


Source: China's Solar PV Export Explorer - Four additional countries also set a record in June, but for very low volumes (Congo, Equatorial Guinea, Eswatini, Saint Helena).

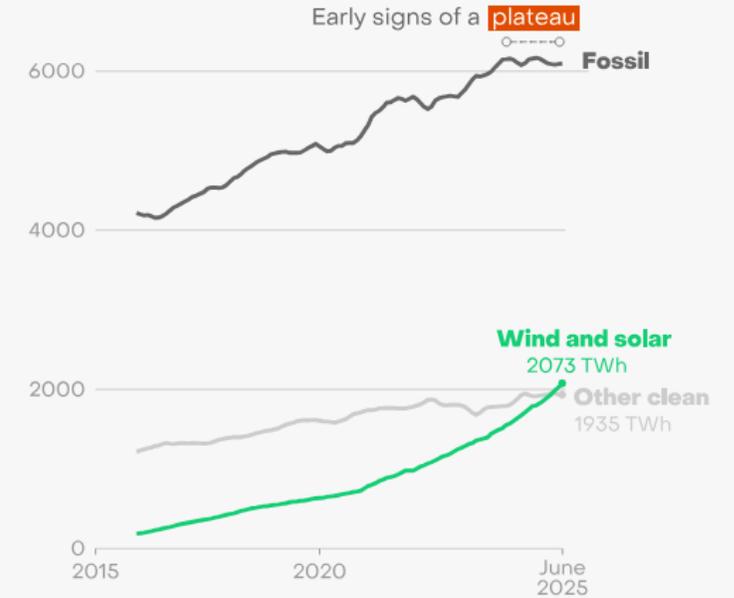


China's rapid electrification and rising solar and wind power will soon drive down its fossil fuel use

Final energy consumption (EJ)



Electricity generation (TWh), 12-month rolling sum



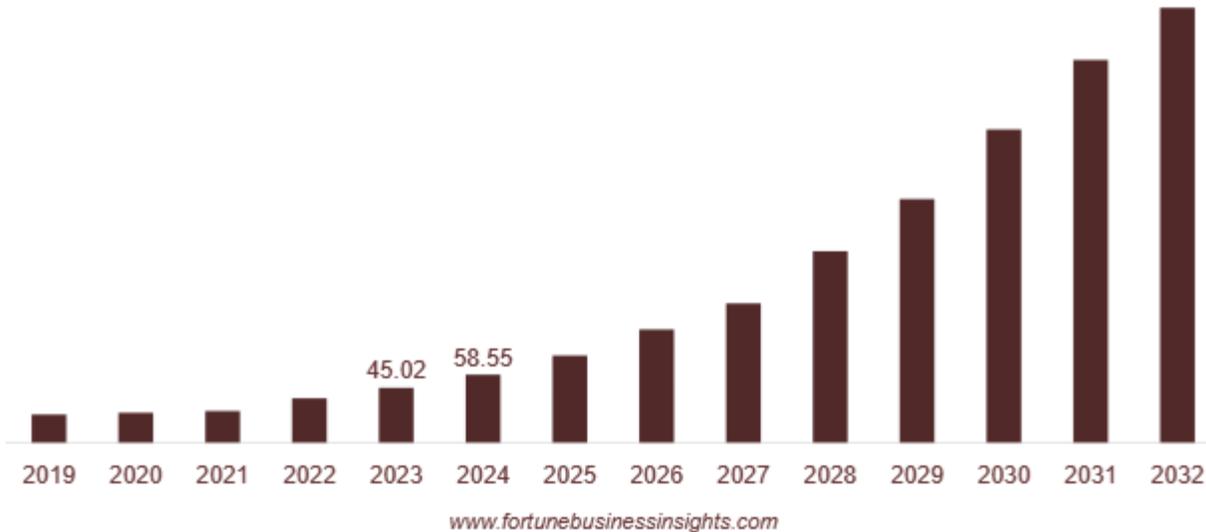
Source: IEA World Energy Balances, Monthly electricity data, Ember
 Final energy consumption: 'Other' includes biofuels, heat, geothermal and solar thermal. Final energy consumption from fossil refers to the on-site burning of fossil fuels or other energy sources for heating, transportation, or other purposes. Non-energy use of fossil fuels is excluded in the figure.
 Electricity generation: 'Other clean' includes bioenergy, nuclear and hydro.





Trend di mercato

Asia Pacific Lithium-ion Battery Market Size, 2019-2032 (USD Billion)



Il mercato globale delle batterie al litio è in forte espansione: da un valore di circa **107 miliardi di USD nel 2024** si prevede un balzo a **578 miliardi di USD entro il 2032**, con un tasso di crescita medio annuo (CAG) intorno al **23 %** tra il 2025 e il 2032

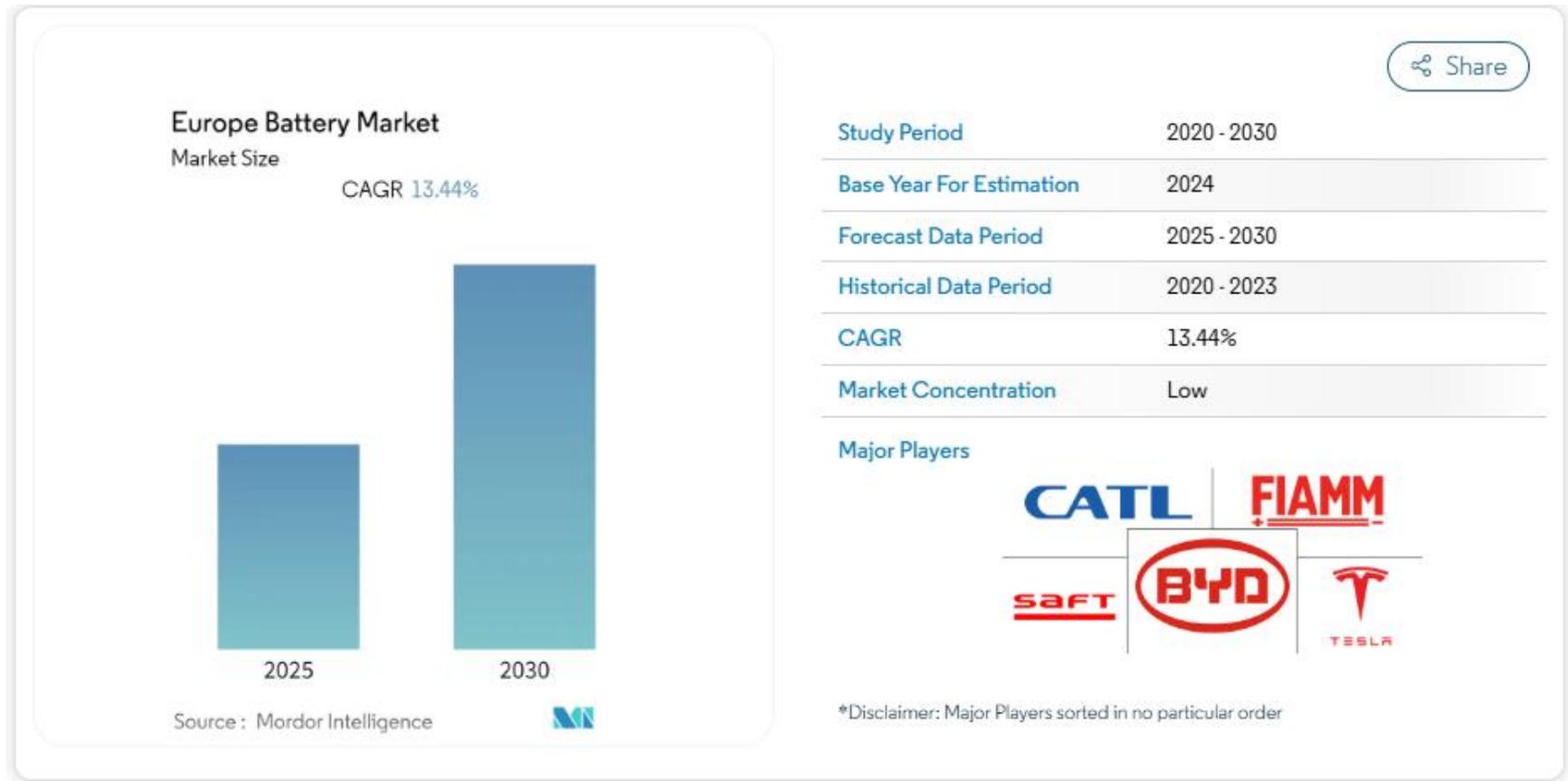
[Fortune Business Insights](#).

Altri studi stimano un incremento da circa **114 miliardi nel 2025 a 304 miliardi entro il 2030** (CAGR 21,8 %) [Mordor Intelligence](#).

In Europa, il mercato è trainato dalla transizione verso la mobilità elettrica, spinta da politiche e incentivi, con una crescita stimata del **14 % all'anno tra il 2023 e il 2030**



Trend di mercato



<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-battery-market-industry>

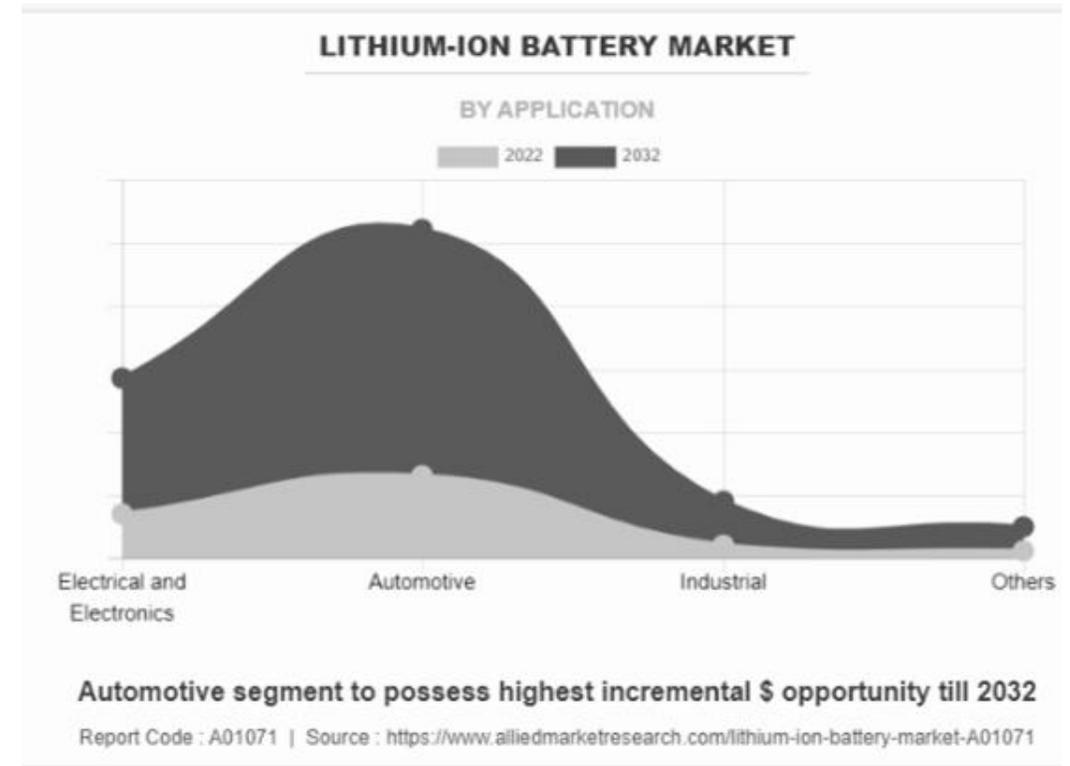


Riduzione dei costi e innovazione tecnologica

Negli ultimi decenni, i costi delle batterie al litio sono calati di circa il 97 %, mentre la densità energetica è quintuplicata

Le innovazioni includono:

- **batterie LFP** (Litio-Ferro-Fosfato) più sicure e sostenibili, con crescita prevista del 23 % fino al 2030;
- sviluppo di **ricarica ultra-rapida**, anodi di **silicio, solid-state**, e vari materiali per maggiore sostenibilità (es Cobalto)



<https://www.alliedmarketresearch.com/lithium-ion-battery-market>

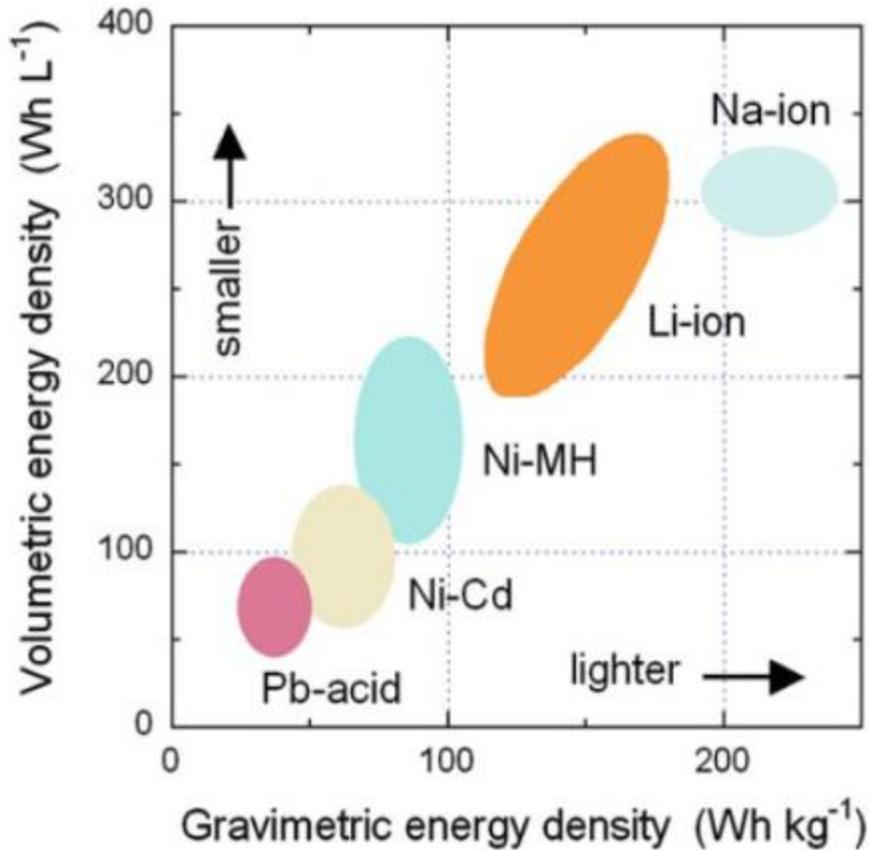


Rischi e criticità operative





Piccola premessa: le diverse tecnologie



DIFFERENCES IN CHIEF METRICS BETWEEN LEAD-ACID, LITHIUM-ION AND SODIUM-ION BATTERIES			
	LEAD-ACID BATTERY	LITHIUM-ION BATTERY	SODIUM-ION BATTERY
COST	Low	High	Low
ENERGY DENSITY	Low	High	Moderate/High
SAFETY	Moderate	Low	High
MATERIALS	Toxic	Scarce	Earth-abundant
CYCLING STABILITY	Moderate (high self-discharge)	High (negligible self-discharge)	High (negligible self-discharge)
EFFICIENCY	Low (< 75%)	High (> 90%)	High (> 90%)
TEMPERATURE RANGE	-40 °C to 60 °C	-25 °C to 40 °C	-40 °C to 60 °C
REMARKS	Mature technology; fast charging not possible	Transportation restrictions at discharged state	Less mature technology; easy transportation

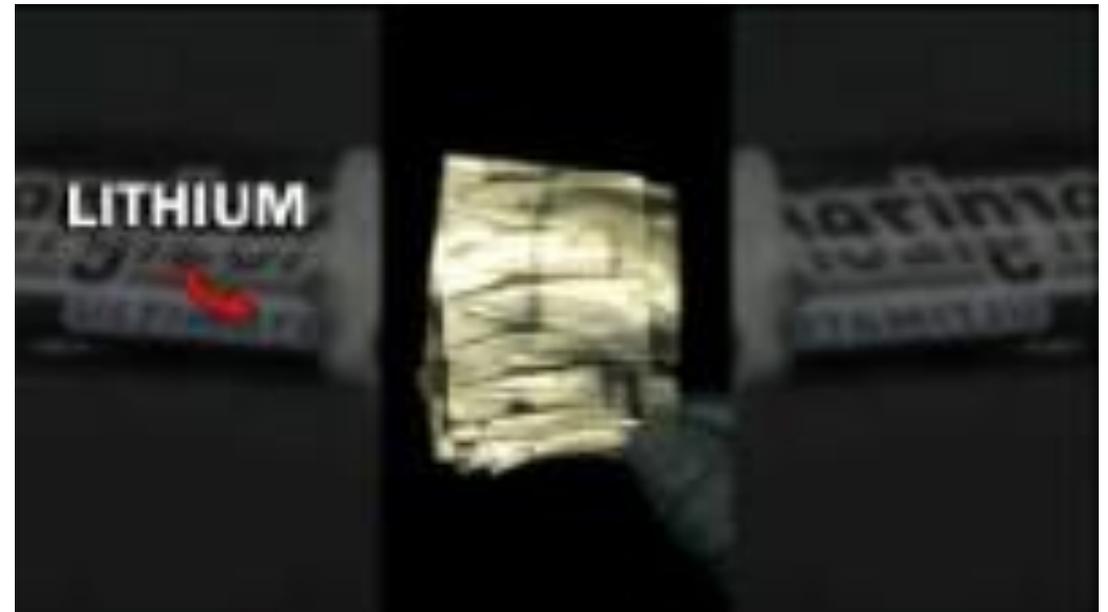


Il litio come riserva energetica

TABLE 17.1 Standard Reduction Potentials at 25 °C

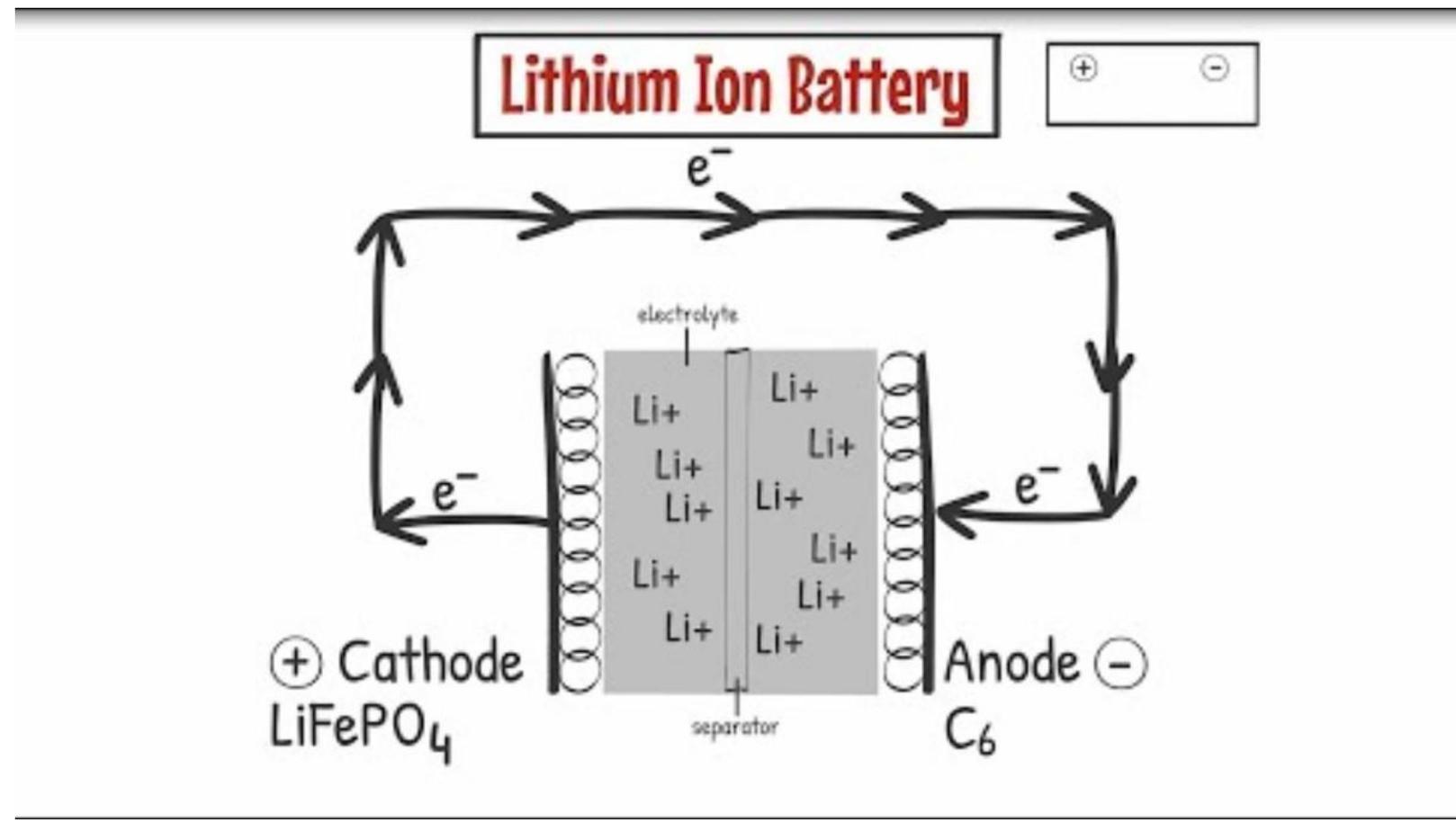
	Reduction Half-Reaction	E° (V)			
Stronger oxidizing agent ↑	$F_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 F^-(aq)$	2.87	Weaker reducing agent ↓		
	$H_2O_2(aq) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.78			
	$MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$	1.51			
	$Cl_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 Cl^-(aq)$	1.36			
	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14 H^+(aq) + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$	1.33			
	$O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.23			
	$Br_2(aq) + 2 e^- \longrightarrow 2 Br^-(aq)$	1.09			
	$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	0.80			
	$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	0.77			
	$O_2(g) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow H_2O_2(aq)$	0.70			
	$I_2(s) + 2 e^- \longrightarrow 2 I^-(aq)$	0.54			
	$O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4 e^- \longrightarrow 4 OH^-(aq)$	0.40			
	$Cu^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Cu(s)$	0.34			
	$Sn^{4+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	0.15			
		$2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g)$		0	
	Weaker oxidizing agent ↓	$Pb^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Pb(s)$		-0.13	Stronger reducing agent ↓
		$Ni^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Ni(s)$		-0.26	
$Cd^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Cd(s)$		-0.40			
$Fe^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Fe(s)$		-0.45			
$Zn^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Zn(s)$		-0.76			
$2 H_2O(l) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$		-0.83			
$Al^{3+}(aq) + 3 e^- \longrightarrow Al(s)$		-1.66			
$Mg^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Mg(s)$		-2.37			
	$Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(s)$	-2.71			
	$Li^+(aq) + e^- \longrightarrow Li(s)$	-3.04			

Table 17-1 Chemistry, 5/e
© 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.





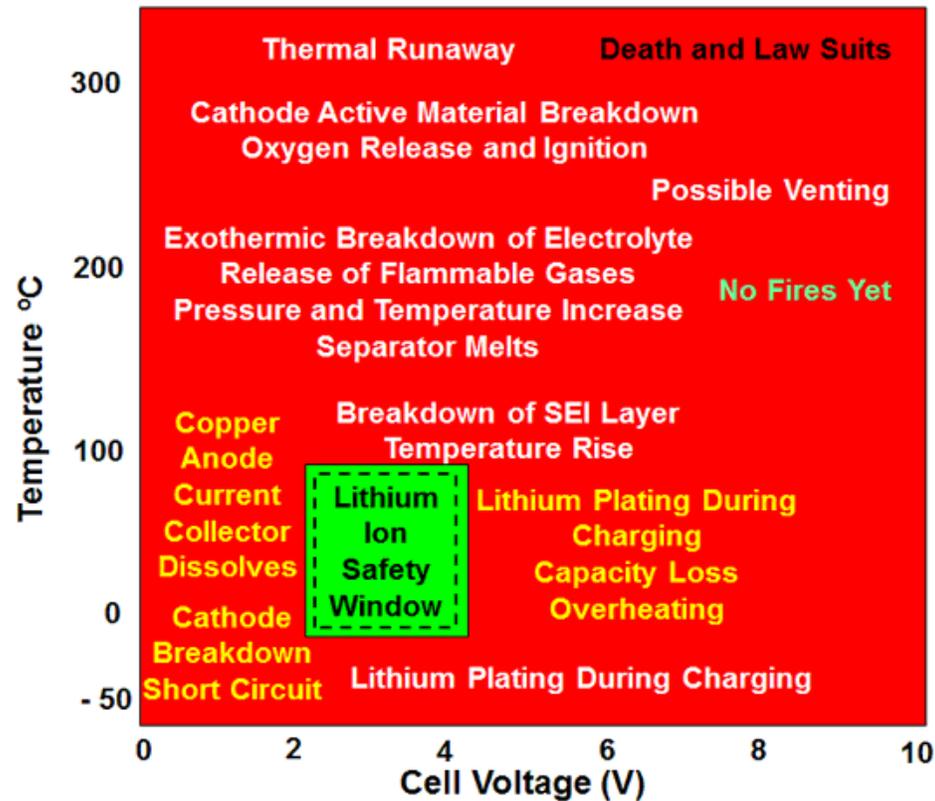
How a lithium battery actually works





La finestra operativa

Lithium Ion Cell Operating Window



difetti di produzione/progettazione sia della cella che dei sistemi elettronici di comando e controllo (BMS)

uso in condizioni diverse da quelle identificate dal produttore (*misuse*)

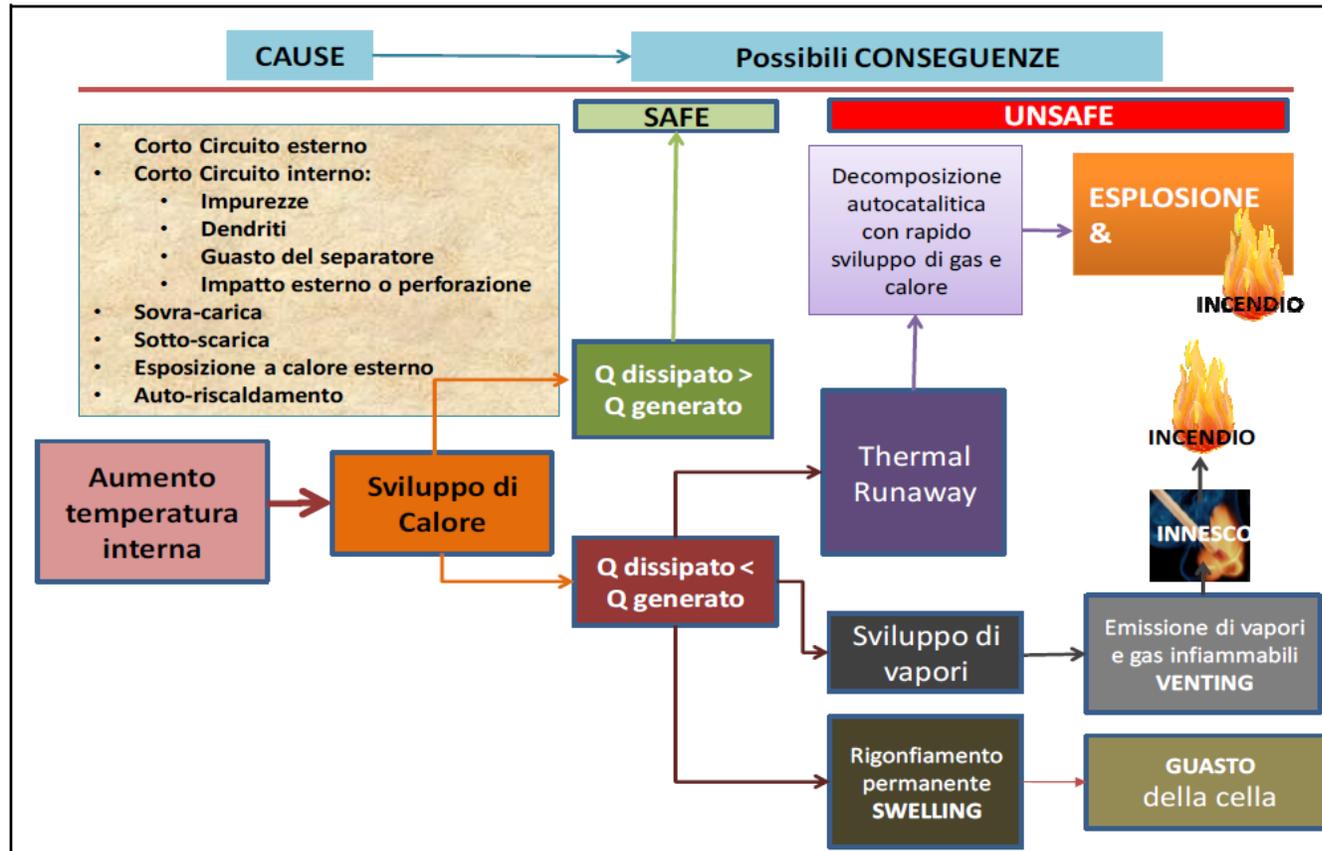
abuso: elettrico, termico, meccanico



- swelling (rigonfiamento cella)
- perdita sigillatura con fuoriuscita di sostanze chimiche componenti la cella (specialmente nelle prismatiche e nelle celle a bustina e nelle Li-po, anch'esse a bustina)
- venting con emissione dei solventi, di loro prodotti di decomposizione o altri prodotti, con o senza incendio
- esplosione e incendio (rottura catastrofica della cella)



II thermal runaway



Il **thermal runaway** è una reazione a catena incontrollabile accompagnata da reazioni esotermiche; il **calore prodotto è maggiore di quello rilasciato**, c'è perciò un aumento incontrollato di pressione e temperatura che accelera ulteriormente le reazioni in corso. Si arriva al **rilascio improvviso** dell'energia immagazzinata e alla rottura della cella con:

- il rilascio di **vapori** tossici e infiammabili.
- I **frammenti** che vengono scagliati come proiettili nell'ambiente circostante e
- **incendi** difficilmente estinguibili con mezzi convenzionali.
- Rischio di **propagazione**



II thermal runaway



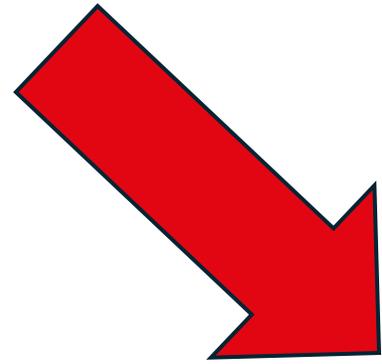
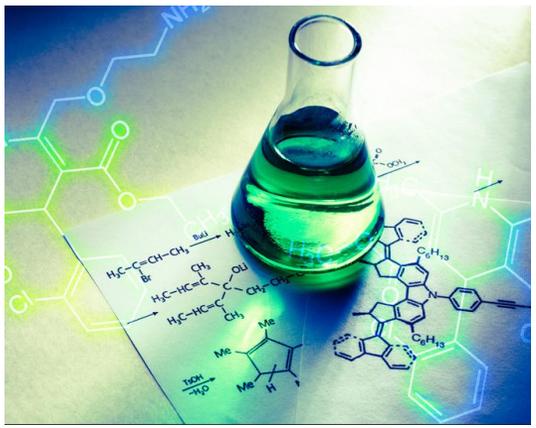


Rischi delle LiB

Rischio chimico

Rischio incendio

IL RISCHIO ELETTRICO



Rischio esplosione





Incidenti noti e lezioni

- Data Base ARIA (BARPI)
- Data Base HAZMAT (FAA)
- Altri database

2015-2019



CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO



**RISCHI CONNESSI CON LO STOCCAGGIO DI
SISTEMI DI ACCUMULO LITIO-IONE**



Considerazioni personali: la dimensione conta

Quali sono secondo voi le batterie a maggior rischio?

 Bassa potenza Computer, Multimedia, Dispositivi elettronici portatili	 Media potenza Biciclette elettroniche, E-Scooter, Dispositivi cordless	 Alta potenza Macchine, Carrelli elevatori, Vaste applicazioni industriali
Accumulatori di energia al litio metallico:		
≤ 2 g di litio per accumulatore	> 2 g di litio per unità per accumulatore e ≤ 12 kg lordi per accumulatore	> 2 g di litio per unità per accumulatore e > 12 kg lordi per accumulatore
Accumulatori di energia agli ioni di litio		
≤ 100 Wh per accumulatore	> 100 Wh per accumulatore e ≥ 12 kg lordi per accumulatore	> 100 Wh per accumulatore e > 12 kg lordi per accumulatore



Considerazioni personali: la dimensione conta

E-bike battery fires 'tearing through homes' - charity

17 May 2025

Share Save

Maria Cassidy BBC News



South Wales Fire and Rescue Service

In March 2024, a family home in Newbridge was gutted by a fire caused by lithium-ion battery



Dinamiche degli incidenti con i monopattini





I rischi della gestione rifiuti / 1



	Fonte	Anno	Stato		Danni	Innesco	Note sull'incidente	Azioni di Prevenzione rischi
a.	ARIA 33986	2007	UK	impianto di trattamento rifiuti chimici	Incendio di oltre 132000 litri di sostanze chimiche.	Attribuito alla combustione spontanea di LIB	<ol style="list-style-type: none"> LIB stoccate all'interno di contenitori non idonei (contenitori per rifiuti sanitari) stoccaggio in prossimità di materiali incompatibili (liquidi infiammabili, rifiuti tossici, sostanze corrosive) assenza di segregazione/compartimentazione 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uso di contenitori idonei ³¹(previsti ADR) ➤ Stoccare lontano da sostanze incompatibili o reattive ➤ Compartimentazione
b.	ARIA 38858	2010	FR	deposito LIB presso un centro di riciclo batterie	-	combustione spontanea di LIB	<ol style="list-style-type: none"> Inefficacia estintori a polvere propagazione del fuoco ad altre batterie adiacenti (Piombo, Mercurio, Ni-Cd) proiezione di proiettili ad oltre 200 m dal luogo di stoccaggio effetto proiettile delle LIB non considerato nella analisi di rischio dell'impianto L'acqua utilizzata per lo spegnimento dell'incendio, è stata pompata e conferita come rifiuto pericoloso: l'analisi chimica ha rilevato presenza di metalli pesanti, fenoli e PCB. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Scelta di adeguato sistema estinzione³² ➤ Effettuare analisi dei rischi del sito ➤ Includere "effetto proiettile" delle LIB nella analisi dei rischi ➤ Procedura di bonifica delle aree contaminate a seguito eventi incidentali: RIFIUTI PERICOLOSI; raccolta acque scarico/fanghi; lavaggio (in presenza di vasche di contenimento o di canalizzazione acque) o impiego di solidi assorbenti in quantità massiccia; conferimento presso discariche autorizzate.
c.	ARIA 50605	2017	FR	impianto di selezione e compostaggio di rifiuti non pericolosi	-	Gli esperti hanno suggerito innesco da LIB	<ol style="list-style-type: none"> incendio iniziato da un container metallico contenente rifiuti da selezionare Alcune prescrizioni del Prefetto: <ul style="list-style-type: none"> - LIB sono da considerarsi rifiuti pericolosi - divieto di accesso alla parte interessata, monitoraggio del sito; - valutare l'impatto ambientale dell'incidente; - rivedere la gestione delle acque (fossato di raccolta acque reflue intorno all'impianto; monitoraggio del livello; intervento in caso di trabocco) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le LIB- rifiuto sono classificati dall'ONU come merce pericolosa ➤ Attribuzione codice CER non si sostituisce ad ADR: <u>ADR tiene le fila!</u>



I rischi della gestione rifiuti/2



	Fonte	Anno	Stato		Danni	Innesco	Note sull'incidente	Azioni di Prevenzione rischi
d.	OSTHESSEN - NEWS	2014	CH	Container trasporto RAEE su strada		Gli esperti hanno suggerito innesco da LIB presenti nei RAEE	<p>1. Per poter estinguere l'incendio, è stato necessario svuotare il camion e procedere con acqua, nello spazio antistante.</p> <p>2. I rifiuti erano trasportati alla rinfusa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La carica residua, in caso di cortocircuito, può dare luogo ad incendio - Il cortocircuito può essere provocato da: contatto tra i terminali; contatto con parti metalliche esterne (pareti del container, parti metalliche negli altri rifiuti); deformazione meccanica provocata dal peso degli altri oggetti, specialmente se di forma appuntita (nel qual caso si può avere anche perforazione). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le pile al Litio scariche e le LIB, devono essere smaltiti in punti di raccolta separati ➤ Il trasporto non deve avvenire alla rinfusa ➤ Effettuare la separazione delle batterie dal dispositivo nel momento del conferimento presso un punto di raccolta ➤ Se non è possibile, confezionare adeguatamente il RAEE per evitare il cortocircuito e danni meccanici
e.		2015	CH	Container RAEE presso deposito rifiuti	A tutto il container e a quello adiacente	LIB danneggiate	L'incidente è avvenuto di domenica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La modalità di stazionamento in discarica dei rifiuti di batterie al litio e di RAEE che li contengono, condizionano le modalità di stoccaggio. ➤ Misure di prevenzione dei rischi sono: <ul style="list-style-type: none"> ○ copertura del container; ○ protezione dalla radiazione solare e da altre fonti di calore; ○ protezione dal freddo estremo e dalla pioggia ○ Monitoraggio dei carichi
f.		2014	CH	Container trasporto RAEE su strada		Gli esperti hanno suggerito innesco da LIB presenti nei RAEE	<p>Il trasporto dei RAEE veniva effettuato "a cielo aperto".</p> <p>I RAEE erano misti e il trasporto era del tipo "alla rinfusa".</p>	



Possibili soluzioni per i rifiuti



20 May 2025

Joint call for EU action to protect waste management from surging lithium battery fires

The undersigned associations representing the entire public and private waste management value chain, extended producer responsibility organisations and public service unions, are expressing concerns over a **significant increase in fire incidents** within the European waste management sector, largely attributed to the **misplacement of lithium batteries**. These incidents present substantial safety hazards for workers, cause substantial damage to critical infrastructure, and jeopardise the financial stability of waste management operators, as well as the achievement of the European Union's circular economy goals. We are calling upon the European Commission to take **decisive regulatory action to mitigate these risks and protect Europe's waste management infrastructure** and workers.



Il problema - Crescente rischio incendi nella gestione rifiuti

Incidenza in forte aumento in Europa:

- Francia: incendi raddoppiati (2019–2023)
- Germania: fino a 30 incidenti/giorno (80% da batterie)
- UK: +71% nel 2023 (oltre 1.200 casi)

Cause principali:

- Smaltimento errato di batterie (in rifiuti residui o riciclabili)
- Batterie nascoste in prodotti (e-cig usa e getta, giocattoli, tessili, gift card...)

Impatto:

- Rischi per lavoratori e comunità (emissioni tossiche, sicurezza)
- Danni a impianti e infrastrutture → costi elevati, difficoltà ad assicurarsi
- Rischio per gli obiettivi di economia circolare UE



Possibili soluzioni - Azioni urgenti richieste all'UE

Estendere la responsabilità del produttore (EPR)

- Creazione di un *Battery Fire Prevention & Recovery Fund*
- Finanziamento con contributi EPR → copertura prevenzione, danni e gap assicurativi

Deposit Return System (DRS)

- Incentivi economici per il corretto conferimento delle batterie (anche integrate)
- Aumento raccolta → target 63% al 2027 e 73% al 2030

Divieto prodotti usa e getta con batterie non necessarie

- E-cig monouso, scarpe luminose, gift card con batterie, ecc.

Supporto normativo e di comunicazione

- Maggiore consapevolezza dei cittadini
- Eco-design per removibilità e sostituzione batterie
- Investimenti in prevenzione incendi (tecnologie e formazione)



Norme tecniche e standard di riferimento



Marcatura CE obbligatoria anche per le celle

- Introdotta dal Regolamento UE/1542/2023
- È un contenitore che va riempito



Manuale test e criteri ONU

- Pre-condizione per il trasporto in sicurezza
- Ripreso da tutti i regolamenti trasporto



Il «contenitore» marcatura CE

Analisi del rischio

Raccolta
documentazione
o test di
laboratorio

Dichiarazione di
conformità del
fabbricante



Quali norme applicabili?

- certificazione EMC
- certificazione LVD
- EN/IEC 62133
- EN/IEC 62619
- RoHS
- REACH/SCIP



[Webinar gratuito] La marcatura CE delle batterie
Ambiente

1 lezione

 Vedi



Test Report UN 38.3

UN-2019-1-C
Issue: December 11, 2019

FDK

Certificate of UN Test for Lithium Metal Cell

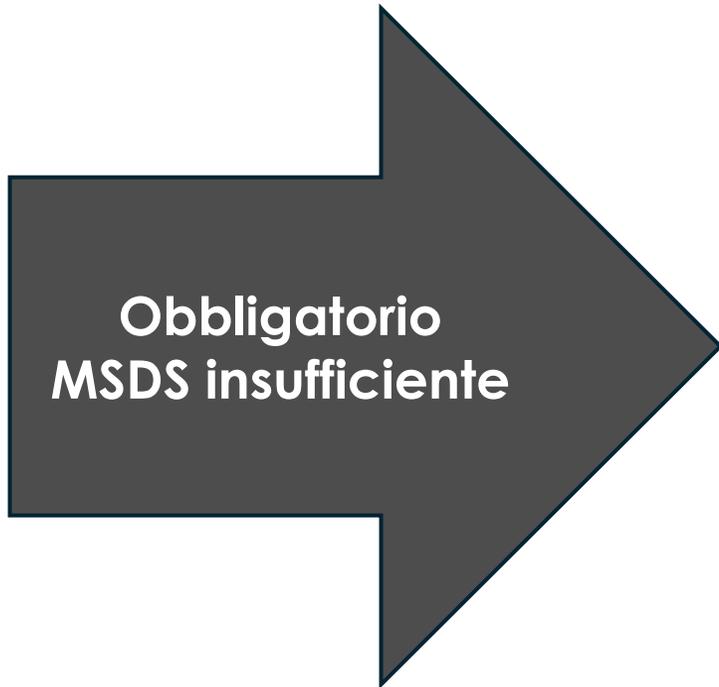
Specifications			
Model : CR17335EF-ZZ6 [Shape : Cylindrical]			
Nominal voltage	3V	Product mass	17g
Nominal capacity	1400mAh	Lithium equivalent content	0.5g

Manual of Tests and Criteria / Rev.6 Amendment 1 / 38.3 Lithium metal and lithium ion batteries					
Test report number : D-C-406-02 Date of test report : December 11, 2019					
No.	Test items	Test results	Note	Number of test cells	
T1	Altitude simulation	Pass		Undischarged 10 cells	Fully discharged 10 cells
T2	Thermal test	Pass			
T3	Vibration	Pass			
T4	Shock	Pass			
T5	External short circuit	Pass			
T6	Crush	Pass		Undischarged 5 cells	Fully discharged 5 cells
T7	Overcharge	—		—	—
T8	Forced discharge	Pass		—	Fully discharged 10 cells

Information		
Manufacturer / Seller	FDK CORPORATION Shinagawa Crystal Square Bldg., 1-6-41 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8212 Japan TEL: +81-3-5715-7400 E-mail: lithium_battery_info@fdk.co.jp Website: http://www.fdk.com/	
Test laboratory	FDK CORPORATION (Tottori Plant) 28 Ohta, Iwami-cho, Iwami-gun, Tottori, 681-0063, Japan TEL: +81-857-73-1771	

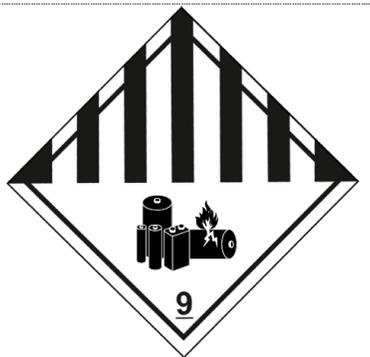
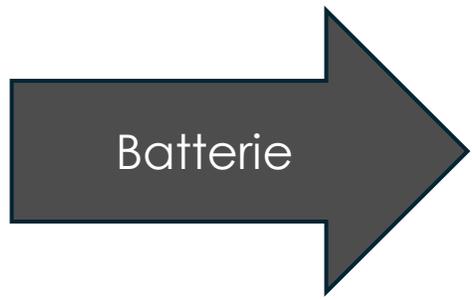
FDK CORPORATION
Technical Support Department
Lithium Battery Division

Masahiko Yonezawa / Manager: 





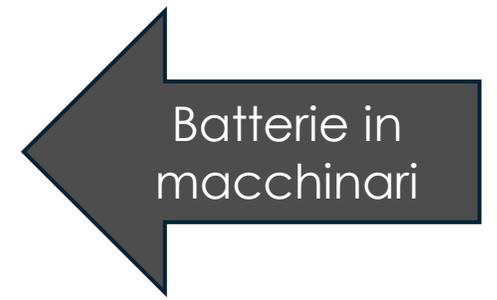
Test Report UN 38.3



UN 3480



UN 3481



Esenzione per batterie piccole

188 Elementi e batterie, presentate al trasporto, non sono sottoposte alle disposizioni dell'ADR se esse soddisfano le seguenti disposizioni:

- a. Per un elemento al litio metallico o lega di litio, il tenore in litio non è superiore a 1 g, e per un elemento al litio ionico, l'energia nominale in wattora non deve superare 20 Wh;
NOTA: Quando le batterie al litio conformi al 2.2.9.1.7 (f) sono trasportate secondo questa disposizione speciale, il tenore totale in litio di tutti gli elementi al litio metallico contenuti nella batteria non deve superare 1,5 g e la capacità totale di tutti gli elementi al litio ionico contenuti nella batteria non deve superare 10 Wh (vedere disposizione speciale 387).
- b. Per una batteria al litio metallico o lega di litio, il tenore totale in litio non è superiore a 2 g, e per una batteria al litio ionico, l'energia nominale in wattora non deve superare 100 Wh. Le batterie al litio ionico soggette a questa disposizione devono essere marcate sull'involucro esterno con l'energia nominale in wattora, ad eccezione di quelle fabbricate prima del 1° gennaio 2009;
NOTA: Quando le batterie al litio conformi al 2.2.9.1.7 (f) sono trasportate secondo questa disposizione speciale, il tenore totale in litio di tutti gli elementi al litio metallico contenuti nella batteria non deve superare 1,5 g e la capacità totale di tutti gli elementi al litio ionico contenuti nella batteria non deve superare 10 Wh (vedere disposizione speciale 387).
- c. Ogni elemento e ogni batteria soddisfa le disposizioni del 2.2.9.1.7 (a), (e), (f) se applicabile e (g);
- d. Gli elementi e le batterie, salvo se sono installate in un'apparecchiatura, devono essere sistemate in imballaggi interni che le contengono completamente. Gli elementi e le batterie devono essere protette in modo da evitare ogni cortocircuito. Ciò include la protezione dal contatto con materiale elettricamente conduttivo, contenuto all'interno dello stesso imballaggio, che potrebbe causare un cortocircuito. Gli imballaggi interni devono essere imballati in robusti imballaggi esterni conformi alle disposizioni del 4.1.1.1, 4.1.1.2 e 4.1.1.5;
- e. Gli elementi e le batterie, quando sono installate in un'apparecchiatura, devono essere protette da danneggiamenti e corto-circuiti, e l'apparecchiatura deve essere provvista di mezzi efficaci per impedire il loro funzionamento accidentale. Questa prescrizione non si applica alle apparecchiature intenzionalmente attive durante il trasporto (trasmettitori per l'identificazione tramite radiofrequenza (RFID), orologi, sensori, ecc.) e che non sono suscettibili di generare un'emissione pericolosa di calore. Quando le batterie sono installate in un'apparecchiatura, quest'ultima deve essere sistemata in robusti imballaggi esterni, costruiti con materiali appropriati, e con una resistenza ed una progettazione adatti alla capacità dell'imballaggio e all'utilizzazione prevista, salvo che una protezione equivalente della batteria sia assicurata dall'apparecchiatura nella quale è contenuta;
- f. Ogni collo deve essere contrassegnato con l'appropriato marchio di batteria al litio, come indicato al 5.2.1.9;

dall'apparecchiatura nella quale è contenuta;

- f. Ogni collo deve essere contrassegnato con l'appropriato marchio di batteria al litio, come indicato al 5.2.1.9;

Questa prescrizione non si applica ai:

- i. colli contenenti solo batterie a bottone installate in apparecchiature (comprese le schede elettroniche); e
- ii. colli contenenti non più di quattro elementi o due batterie installate in apparecchiature, per un massimo di due colli a spedizione.

Quando i colli sono posti in un sovrimballaggio, il marchio di batteria al litio deve essere chiaramente visibile oppure essere riprodotto sull'esterno del sovrimballaggio ed il sovrimballaggio deve essere marcato con il termine "SOVRIMBALLAGGIO". Le lettere che compongono il marchio "SOVRIMBALLAGGIO" devono essere di almeno 12 mm di altezza.

NOTA: I colli contenenti batterie al litio imballate conformemente alle disposizioni della Parte 4, Capitolo 11, istruzione d'imballaggio 965 o 968, Sezione IB delle Istruzioni Tecniche dell'ICAO che riportano il marchio indicato al 5.2.1.9 (marchio di batteria al litio) e l'etichetta indicata al 5.2.2.2, modello n° 9A si ritiene che soddisfino le prescrizioni della presente disposizione speciale.





Differenti modalità

P908	Istruzione di imballaggio	P908
Questa istruzione si applica agli elementi o alle batterie al litio ionico danneggiate o difettose e agli elementi o alle batterie al litio metallico danneggiate o difettose, incluse quelle contenute nelle apparecchiature, di N° ONU 3090, 3091, 3480 e 3481.		
I seguenti imballaggi sono autorizzati se soddisfano le disposizioni generali del 4.1.1 e 4.1.3: Per gli elementi e le batterie, e le apparecchiature contenenti elementi e batterie:		
<ul style="list-style-type: none"> Fusti (1A2, 1B2, 1N2, 1H2, 1D, 1G) Casse (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2) Taniche (3A2, 3B2, 3H2) 		
Gli imballaggi devono essere conformi al livello di prova del gruppo di imballaggio II.		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gli elementi o le batterie o le apparecchiature contenenti tali elementi o batterie, danneggiate o difettose, devono essere imballate singolarmente in un imballaggio interno e sistemate in un imballaggio esterno. L'imballaggio interno o quello esterno devono essere stagni per evitare il potenziale rilascio di elettroliti. 2. Ogni imballaggio interno deve essere avvolto da sufficiente materiale isolante non combustibile ed elettricamente non conduttivo per evitare un potenziale e pericoloso sviluppo di calore. 3. Gli imballaggi sigillati, secondo il caso, devono essere provvisti di uno sfianto. 4. Devono essere adottate le appropriate misure per ridurre al minimo gli effetti di vibrazioni ed urti, per impedire il movimento degli elementi o delle batterie all'interno del collo che possano provocare ulteriori danni e rendere pericoloso il trasporto. A tale proposito può essere utilizzato anche del materiale di imballatura non combustibile ed elettricamente non conduttivo. 5. La non combustibilità deve essere valutata in base ad una norma riconosciuta nel paese in cui l'imballaggio è progettato o fabbricato. 		
Per gli elementi e le batterie con perdite, deve essere aggiunta una quantità sufficiente di materiale assorbente all'imballaggio interno o all'imballaggio esterno per assorbire il potenziale rilascio di elettroliti.		
Un elemento o una batteria con una massa netta superiore a 30 kg deve essere trasportata singolarmente in un imballaggio esterno.		
Disposizioni supplementari: Gli elementi o le batterie devono essere protette contro i rischi di corto circuito.		

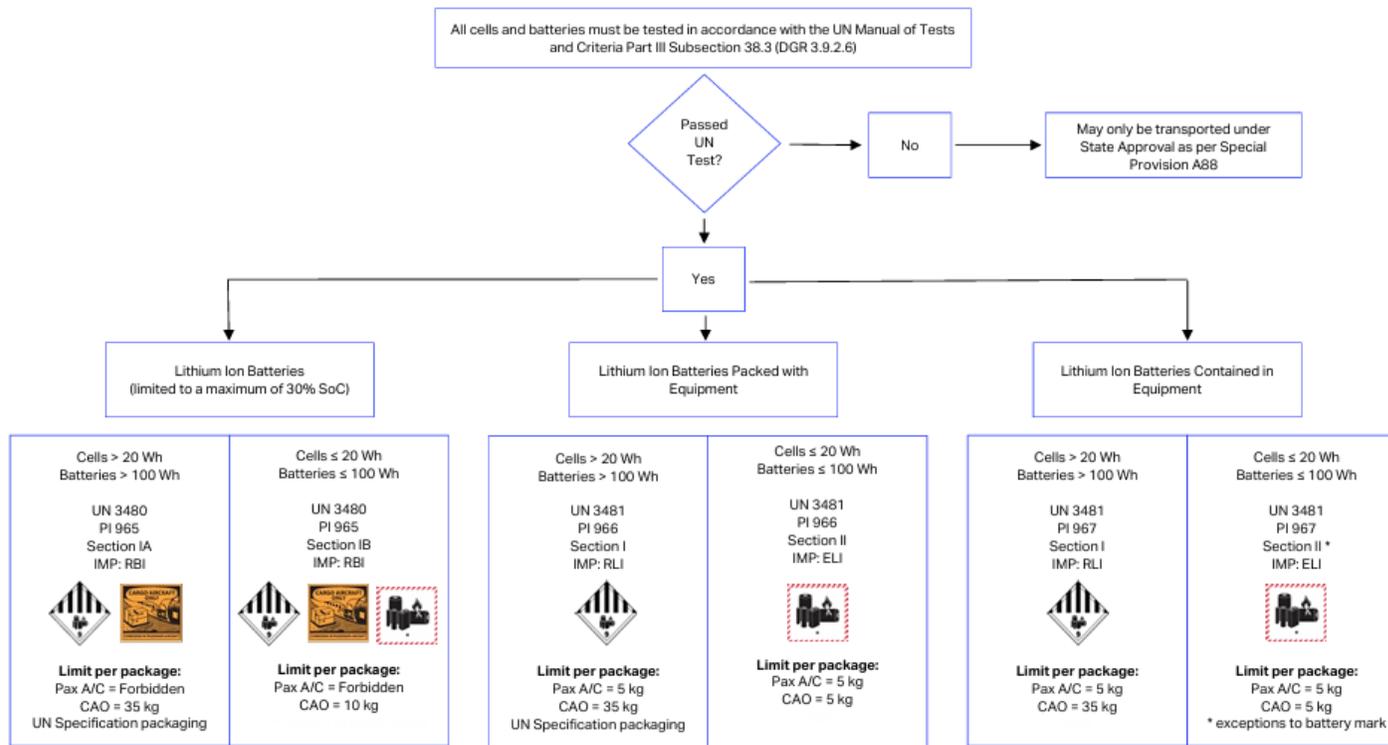
- **P903:** ISTRUZIONE BASE
- **P908:** elementi danneggiati o difettosi
- **P909:** trasporto per smaltimento o riciclo
- **P910:** prototipi
- **P911:** batterie danneggiate o difettose a rischio incendio
- (Le LP sono le versioni per gli imballaggi MAXI)

P903	Istruzione di imballaggio	P903
Questa istruzione si applica ai N° ONU 3090, 3091, 3480 e 3481.		
Ai fini della presente istruzione d'imballaggio, il termine "apparecchiatura" designa un apparato per il quale gli elementi o le batterie al litio forniscono energia elettrica per il suo funzionamento.		
I seguenti imballaggi sono autorizzati se soddisfano le disposizioni generali delle sezioni 4.1.1 e 4.1.3:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Per elementi e batterie: <ul style="list-style-type: none"> Fusti (1A2, 1B2, 1N2, 1H2, 1D, 1G); Casse (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2); Taniche (3A2, 3B2, 3H2). Gli elementi o le batterie devono essere imballate in imballaggi tali da proteggerle dai possibili danni causati dallo spostamento o dalla sistemazione degli elementi o batterie all'interno dell'imballaggio. Gli imballaggi devono essere conformi al livello di prova del gruppo di imballaggio II. 2. Inoltre per gli elementi e le batterie con massa lorda pari o superiore a 12 kg per le quali si utilizza un involucro esterno robusto e resistente agli urti, come pure gli insiemi di tali elementi o batterie: <ul style="list-style-type: none"> a. Robusti imballaggi esterni b. Involucro di protezione (es. in gabbie completamente chiuse o in gabbie di legno); o c. Pallets o altri dispositivi di movimentazione. Gli elementi o le batterie devono essere fissate in modo da prevenire il movimento accidentale e i morsetti non devono sopportare il peso degli altri elementi ad essi sovrapposti. Non è richiesto che gli imballaggi soddisfino le disposizioni del 4.1.1.3. 3. Per gli elementi o le batterie imballate con un'apparecchiatura: Imballaggi conformi alle prescrizioni del paragrafo (1) della presente istruzione d'imballaggio, poi sistemati con l'apparecchiatura in un imballaggio esterno; o Imballaggi che rinchiodano completamente gli elementi o le batterie, poi sistemati con l'apparecchiatura in un imballaggio conforme alle prescrizioni del paragrafo (1) della presente istruzione d'imballaggio. L'apparecchiatura deve essere sistemata in modo da impedire ogni movimento all'interno dell'imballaggio esterno. 4. Per gli elementi o le batterie contenute in un'apparecchiatura: Robusti imballaggi esterni fabbricati in un materiale appropriato, di adeguata robustezza e progettati in funzione del loro contenuto e dell'utilizzo al quale sono destinati. Essi devono essere costruiti in modo da impedire qualsiasi funzionamento accidentale durante il trasporto. Non è necessario che gli imballaggi siano conformi al 4.1.1.3. Le apparecchiature di grandi dimensioni possono essere presentate al trasporto non imballate o su pallet quando gli elementi o le batterie sono protette in maniera equivalente dall'apparecchiatura che le contiene. Dispositivi come trasmettitori per l'identificazione tramite radiofrequenza (RFID), orologi e sensori di temperatura, che non sono suscettibili di generare un pericoloso sviluppo di calore possono essere trasportati in robusti imballaggi esterni quando essi sono intenzionalmente attivi. NOTA: Per il trasporto in una catena di trasporto che comprende un trasporto aereo, questi dispositivi, quando attivi, devono soddisfare le norme definite per le radiazioni elettromagnetiche per garantire che il funzionamento dei dispositivi non interferisca con i sistemi degli aeromobili. 5. Per gli imballaggi contenenti sia elementi che batterie imballate con apparecchiature e contenute in apparecchiature: <ul style="list-style-type: none"> a) Per gli elementi e le batterie, imballaggi che racchiudono completamente gli elementi o le batterie, poi inseriti con l'apparecchiatura in un imballaggio conforme alle prescrizioni di cui al paragrafo (1) della presente istruzione di imballaggio; oppure b) Imballaggi conformi alle prescrizioni di cui al paragrafo (1) della presente istruzione di imballaggio, poi inseriti con l'apparecchiatura in un imballaggio esterno robusto costruito con materiale adatto e di adeguata resistenza e progettazione in relazione alla capacità dell'imballaggio e all'utilizzo previsto. L'imballaggio esterno deve essere costruito in modo tale da impedire il funzionamento accidentale durante il trasporto e non deve soddisfare le prescrizioni del 4.1.1.3. L'apparecchiatura deve essere protetta dai movimenti all'interno dell'imballaggio esterno. Dispositivi come trasmettitori per l'identificazione tramite radiofrequenza (RFID), orologi e registratori di temperatura, che non sono suscettibili di generare un pericoloso sviluppo di calore, possono essere trasportati in robusti imballaggi esterni quando essi sono intenzionalmente attivi. NOTA: Per il trasporto in una catena di trasporto che comprende un trasporto aereo, questi dispositivi, quando attivi, devono soddisfare le norme definite per le radiazioni elettromagnetiche per garantire che il funzionamento dei dispositivi non interferisca con i sistemi degli aeromobili. 		
Disposizioni supplementari: Gli elementi e le batterie devono essere protette dai cortocircuiti.		



Modalità aerea

Classification Flowchart – Lithium Ion Batteries



Battery Guidance Document

Transport of Lithium Metal, Lithium Ion and Sodium Ion Batteries

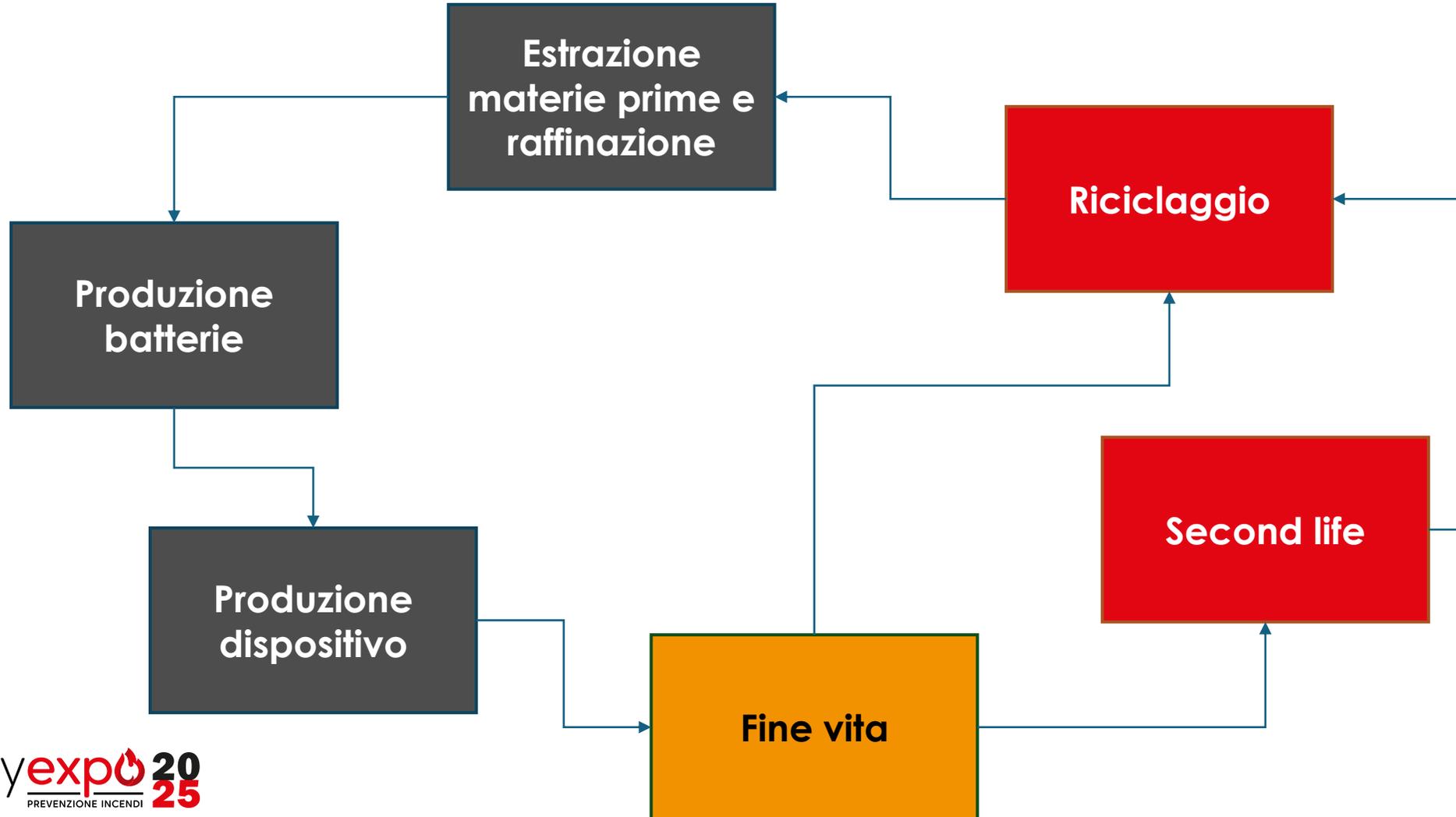


Gestione sostenibile del ciclo di vita





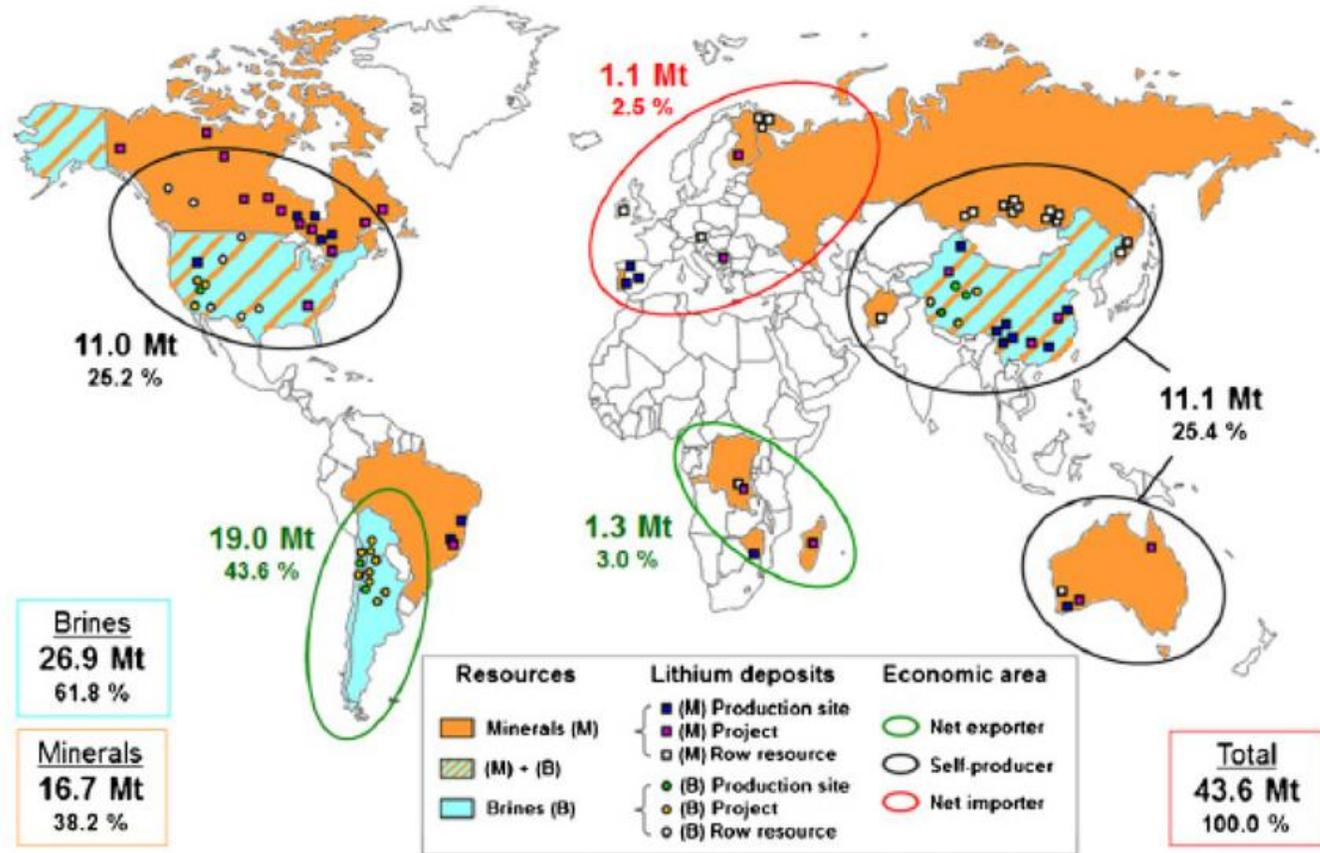
Panoramica sul ciclo di vita: la catena del valore





Riserve di litio conosciute

- Litio
- Metalli di transizione
- Grafite
- Fosfati
- **Sodio**





Principali tecniche di recupero metalli

Pirometallurgia

- Si può effettuare **direttamente sugli scarti**, senza passaggi preliminari
- È volta al **recupero di metalli non ferrosi**, si perdono litio, manganese e alluminio, salvo ulteriori passaggi secondari idrometallurgici
- È una tecnica «tradizionale», analoga a quelle usate per recupero Pb o **produzione leghe** e acciai di vario tipo



Separazione fisica

- Si fa una **triturazione preliminare**, e poi le varie frazioni vengono separate:
- vagliatura,
- tavole vibranti,
- magneti e trattamenti misti con solventi e ultrasuoni.
- Otteniamo elettrolita, plastiche, acciaio e **black mass**





Principali tecniche di recupero metalli



Idrometallurgia

Questa tecnica prevede di aggredire la frazione di metalli presenti come sali od ossidi attraverso **reagenti chimici**, tipicamente acido solforico e acqua ossigenata alla giusta concentrazione. I maggiori limiti di questo metodo derivano dalla necessità di utilizzare **grandi volumi di liquido**, e di dover lavorare spesso su matrici in cui i diversi materiali sono mescolati, con il rischio di «*cross-contamination*» e quindi problemi nella purificazione del materiale ottenuto. Si può prevedere in futuro un miglioramento delle rese con un design migliore delle batterie, e maggiore facilità di separare anodi e catodi

Riciclo diretto

Questa tecnica comporta la rimozione di catodo o anodo dalla batteria usata, e il loro **reimpiego tal quale** dopo un eventuale pretrattamento, ad esempio per arricchire l'elettrodo di qualche materiale mancante, ad esempio sali di litio per i catodi. Questa tecnica è particolarmente favorevole quando l'oggetto principale del recupero non siano metalli con alto valore aggiunto, come il cobalto.



Riassumendo

Review

Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles

<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5>

Received: 14 January 2019

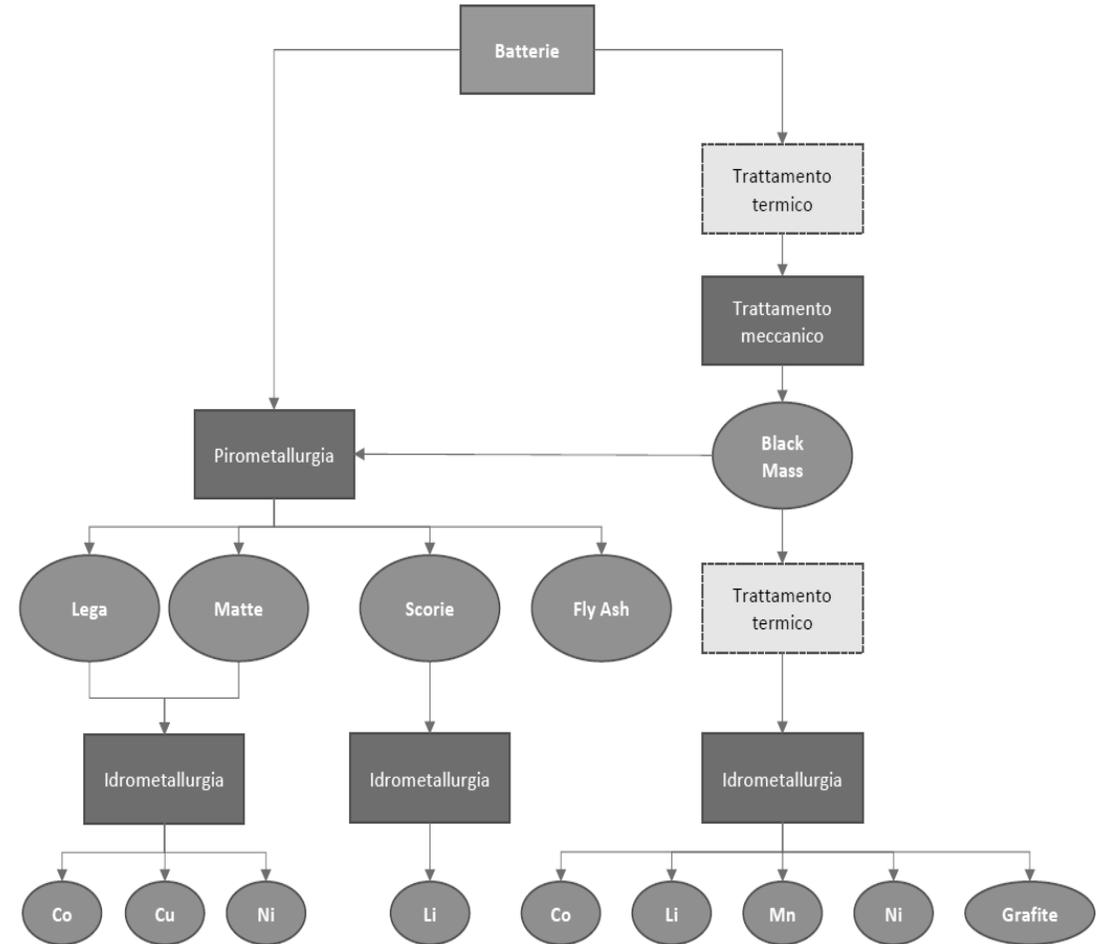
Accepted: 23 July 2019

Published online: 6 November 2019

There are amendments to this paper

Gavin Harper^{12,3*}, Roberto Sommerville^{12,4}, Emma Kendrick^{12,3}, Laura Driscoll^{12,5}, Peter Slater^{12,5}, Rustam Stolkin^{12,3,6}, Allan Walton^{12,3}, Paul Christensen¹⁷, Oliver Heidrich^{17,8}, Simon Lambert¹⁷, Andrew Abbott¹⁹, Karl Ryder¹⁹, Linda Gaines¹⁰ & Paul Anderson^{12,5*}

Rapid growth in the market for electric vehicles is imperative, to meet global targets for reducing greenhouse gas emissions, to improve air quality in urban centres and to meet the needs of consumers, with whom electric vehicles are increasingly popular. However, growing numbers of electric vehicles present a serious waste-management challenge for recyclers at end-of-life. Nevertheless, spent batteries may also present an opportunity as manufacturers require access to strategic elements and critical materials for key components in electric-vehicle manufacture: recycled lithium-ion batteries from electric vehicles could provide a valuable secondary source of materials. Here we outline and evaluate the current range of approaches to electric-vehicle lithium-ion battery recycling and re-use, and highlight areas for future progress.





Pro e contro

Migliore	A	B	C	D	E	Peggior
----------	---	---	---	---	---	---------

	Maturità tecnologica	Complessità	Qualità del recupero	Qualità dei materiali recuperati	Generazione rifiuti	Consumo energetico	Costo di capitale	Costo di produzione
Pirometallurgia	A	A	E	C	D	E	E	A
Idrometallurgia	B	C	C	B	C	C	C	C
Recupero diretto	D	E	D	A	B	C	C	E

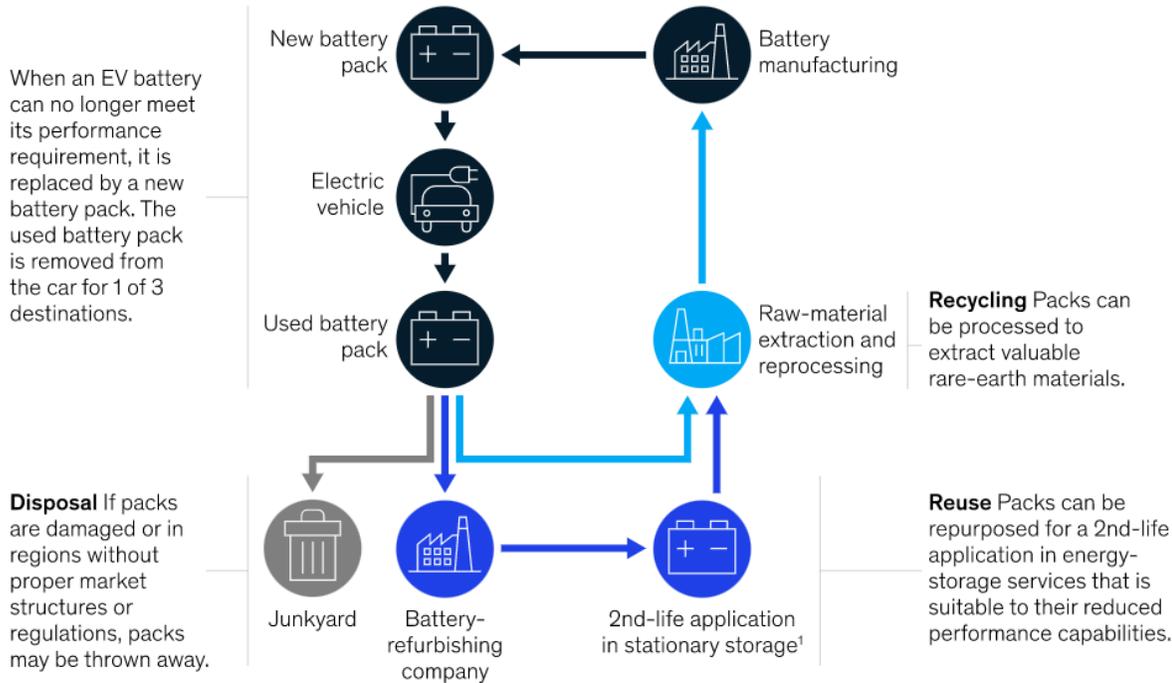
	Preselezione necessaria	Morfologia catodo conservata	Materiale riutilizzabile direttamente	Recupero Cobalto	Recupero Nickel	Recupero Rame	Recupero Manganese	Recupero alluminio	Recupero Litio
Pirometallurgia	A	No	No	A	A	A	C	No	E
Idrometallurgia	B	No	No	A	A	B	C	A	C
Recupero diretto	E	A	B	A	A	A	A	A	A



La «second life» delle batterie

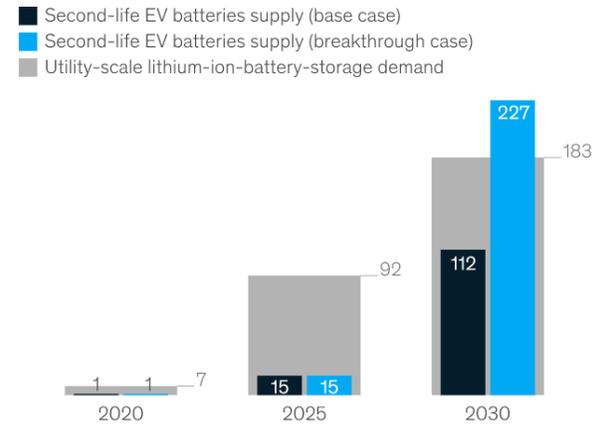
Spent electric-vehicle batteries can still be useful in less-demanding applications.

Electric-vehicle (EV) battery life cycle, illustrative



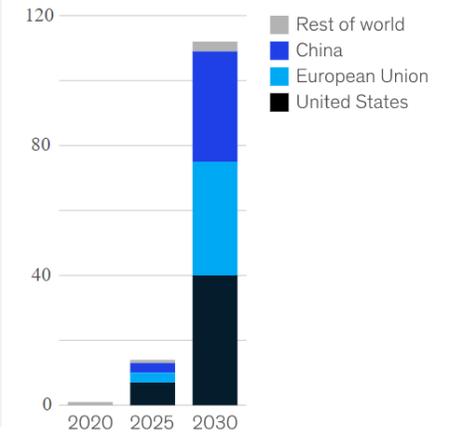
Second-life lithium-ion battery supply could surpass 200 gigawatt-hours per year by 2030.

Utility-scale lithium-ion battery demand and second-life EV¹ battery supply,² gigawatt-hours/year (GWh/y)



¹Electric vehicle.
²Only for batteries from passenger cars.

Second-life EV battery supply by geography (base case²), GWh/y

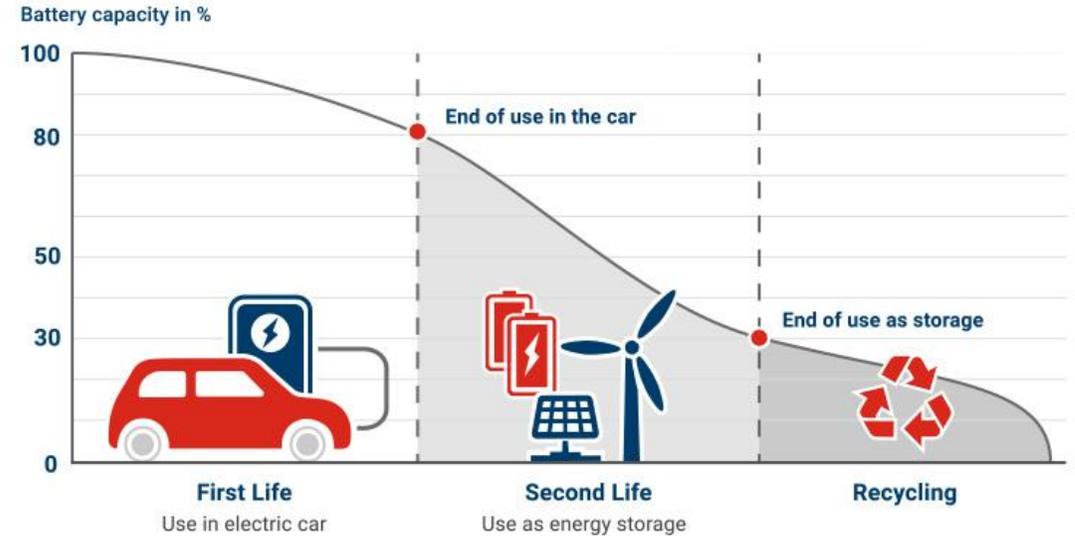


¹Eg, improve grid performance, integrate renewables, charge EVs, etc.
Source: Expert interviews; market research reports; McKinsey analysis



Le sfide della «second life»

gran numero di modelli di batterie sul mercato
 mancanza di standardizzazione
 BMS e storico batteria «proprietari»
 regime normativo immaturo



↑

Nuovo regolamento europeo 2023/1542/UE





Aspetti del Regolamento relativi alla second life

Definizioni e operazioni

Il Regolamento riconosce la *preparazione per il riutilizzo* ("preparation for re-use"), il *repurposing* e il *remanufacturing* come operazioni legittime per dare una *seconda vita* alle batterie.

Perché una batteria non sia considerata "rifiuto" (waste), deve soddisfare determinati criteri legali e tecnici.

Informazioni e tracciabilità / stato di salute

Viene richiesto che determinate informazioni siano accessibili – ad esempio da parte dell'utilizzatore o di terzi con legittimo interesse – per valutare il valore residuo della batteria, la sua capacità residua, la sua vita utile residua.

Il parametro "state of health" è esplicitamente menzionato come dato che dovrà essere disponibile per operazioni di second life.

Design per disassemblaggio e sicurezza

Produttori dovranno assicurare che le batterie — specificatamente quelle per veicoli elettrici, batterie LMT (light means of transport), industriali — siano progettate in modo che la rimozione, la riparazione e la sostituzione siano possibili da professionisti indipendenti. Ciò agevola altri scenari quali servizio, manutenzione, second life.

I requisiti di sicurezza continuano a valere anche dopo riparazioni, scambi o operazioni che possano influire sulla conformità: ad esempio, le batterie EV o SLI che vengano riparate devono continuare a rispettare i requisiti di sicurezza vigenti.

Obblighi di Extended Producer Responsibility (EPR)

Chi introduce sul mercato batterie o batterie per second life (cioè chi le mette nuovamente in servizio dopo riutilizzo / repurposing) è soggetto agli stessi obblighi EPR previsti per i produttori originali. Ciò significa che devono partecipare al sistema di responsabilità estesa per i costi legati al fine vita, alla raccolta, al riciclo.

Etichettatura, passaporto della batteria e trasparenza

Il regolamento introduce (per alcune categorie) il **battery passport**, che dovrà contenere informazioni rilevanti per il ciclo di vita, incluso lo stato di salute ("state of health"), capacità residua, informazioni per lo smontaggio, il riciclo e l'uso secondario.

Le etichette e i QR code dovranno rendere trasparente l'origine, le caratteristiche tecniche, il riciclato contenuto, e dare la possibilità di verificare se la batteria è adatta per second life.



Il nuovo regolamento MOLTO in breve

- | | |
|---|--|
| <p>I. Nuova classificazione e definizione per batterie portatili e auto</p> <p>II. Definire status batterie a fine vita (rifiuti), permettere cambio destinazione per <i>second life</i> dopo operazione di gestione del rifiuto, con requisiti precisi di prodotto al momento dell'immissione sul mercato</p> <p>III. Aumentare obiettivi di raccolta batterie portatili, fino al 65%</p> <p>IV. Nuovo sistema di comunicazione per batterie industriali e di veicoli elettrici</p> <p>V. Introdurre efficienze di riciclaggio e recupero materiali per le diverse tecnologie <u>(Li)</u></p> <p>VI. Rendere obbligatoria la dichiarazione dell'impronta di carbonio, con prescrizioni di prestazione per l'immissione sul mercato</p> | <p>VII. Introdurre requisiti minimi di prestazioni e durabilità per le batterie elettriche e di veicoli</p> <p>VIII. Spingere verso l'eliminazione delle portatili non ricaricabili</p> <p>IX. Livelli obbligatori di contenuto riciclato per industriali e autoveicoli</p> <p>X. Rivedere EPR per produttore batterie industriali</p> <p>XI. Obbligo di rimovibilità e sostituibilità per le portatili</p> <p>XII. Obblighi di informazioni maggiori (etichette più scambio elettronico e passaporto per auto e industriali – <i>2nd life</i>)</p> <p>XIII. Diligenza nella catena di approvvigionamento su base obbligatoria</p> |
|---|--|



Realizzabile?



"In theory, there is no difference between theory and practice. In practice, there is" Yogi Berra

Consiglio dell'Unione europea | Comunicato stampa | 18 luglio 2025 09:57

Semplificazione: il Consiglio adotta un regolamento inteso a rinviare i termini ("stop-the-clock") relativi al dovere di diligenza per le batterie



Grazie per l'attenzione

aifos