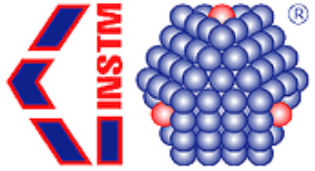




Fondazione
CARIPOLO



Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa



Tech4Lib: Economia circolare e innovazione per le batterie agli ioni di litio (LIB)

Elza Bontempi



elza.bontempi@unibs.it

Sfida Climatica: Soluzioni innovative e strategie di resilienza per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici

14 Aprile 2026



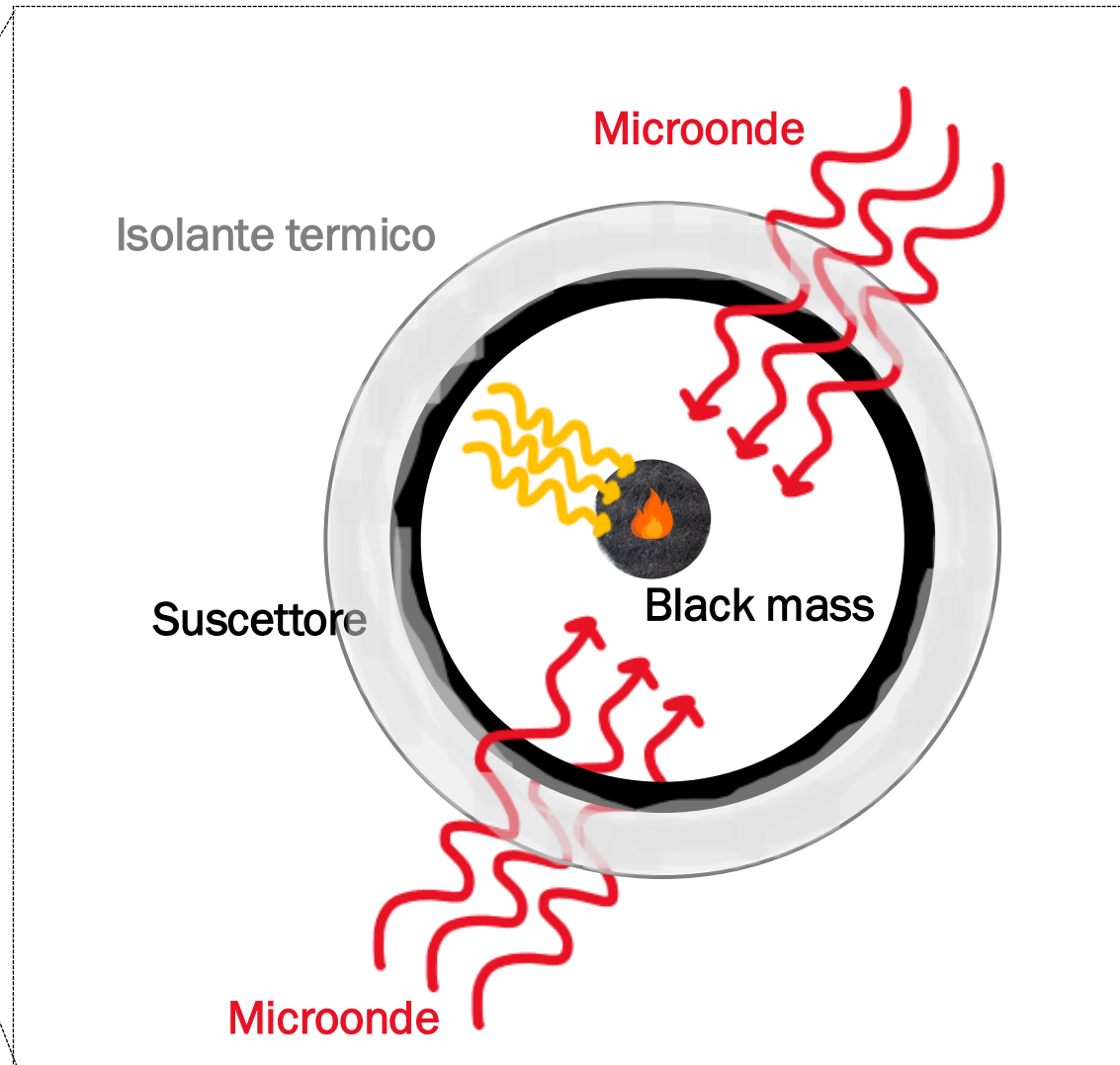
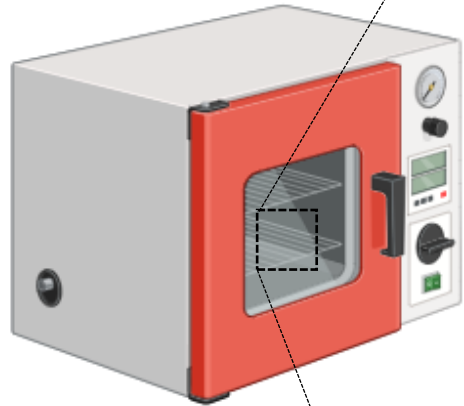
Riciclaggio delle LIBs

Process	Advantages	Disadvantages	Challenge
 Hydrometallurgical process	High recovery rate High purity product Low energy consumption Less waste gas High Selectivity	More wastewater Long process	Wastewater treatment Optimize the process
 Pyrometallurgical process	Simple operation and short flow No requirement for categories and the size of inputs High efficiency	Li and Mn are not recovered High energy consumption Low recovery efficiency More waste gas and the cost of waste gas treatment	Reduce energy consumption and pollution emissions Reduce environmental hazards Combine hydrometallurgy well

Reagenti più comuni: acido nitrico, cloridrico, solforico oppure soda e ammoniaca.

T (800-1300°C) → fusione metalli permettendone recupero come leghe (Cu, Co, Ni, Fe) poi raffinazione. Nella scoria: Li, Mn, Al, Si, Ca.

Trattamento microonde



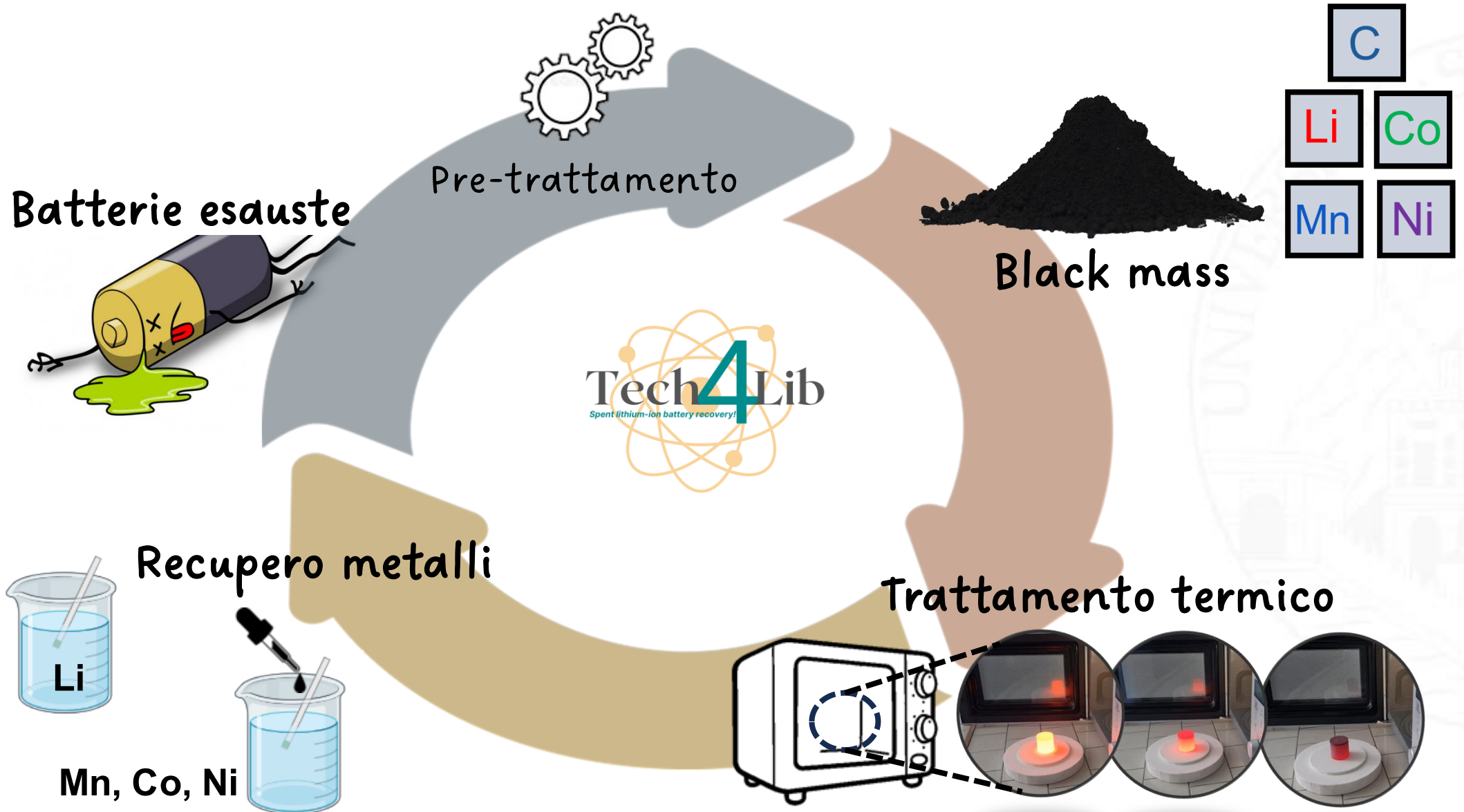
PARAMETRI

- Potenza: max 1800 W
- Tempo
- Tipologia di materiali

- ✓ Rapida;
- ✓ Risparmio energetico;
- ✓ Semplice da utilizzare;
- ✓ Aumenta l'efficacia di lisciviazione.

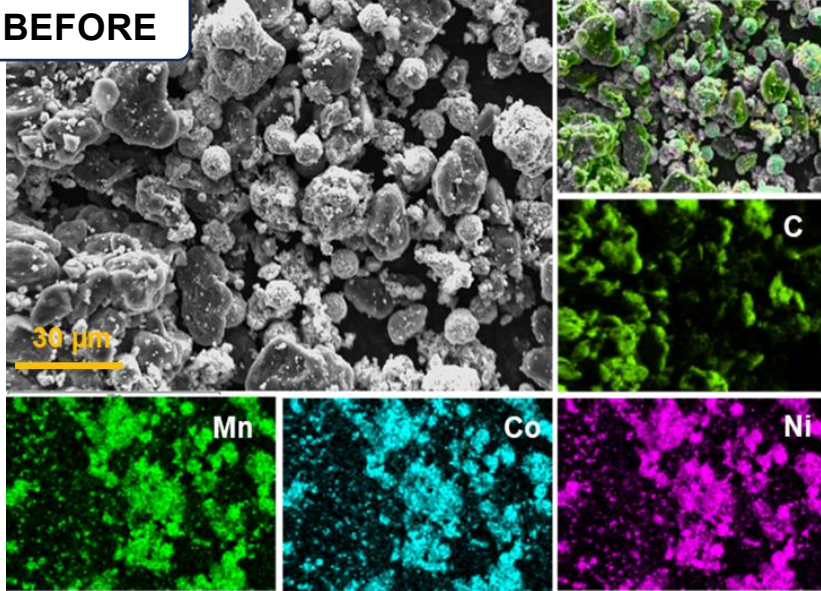


Tecnologia Innovativa

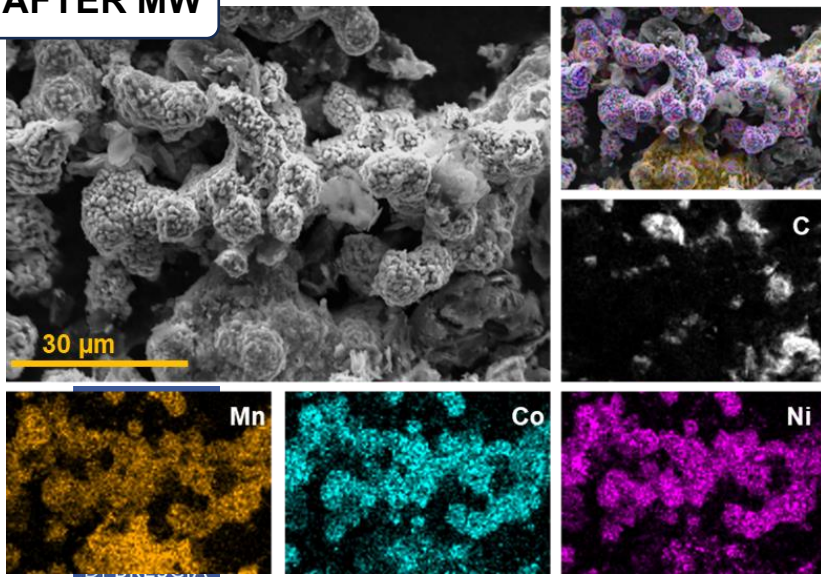


Risultati

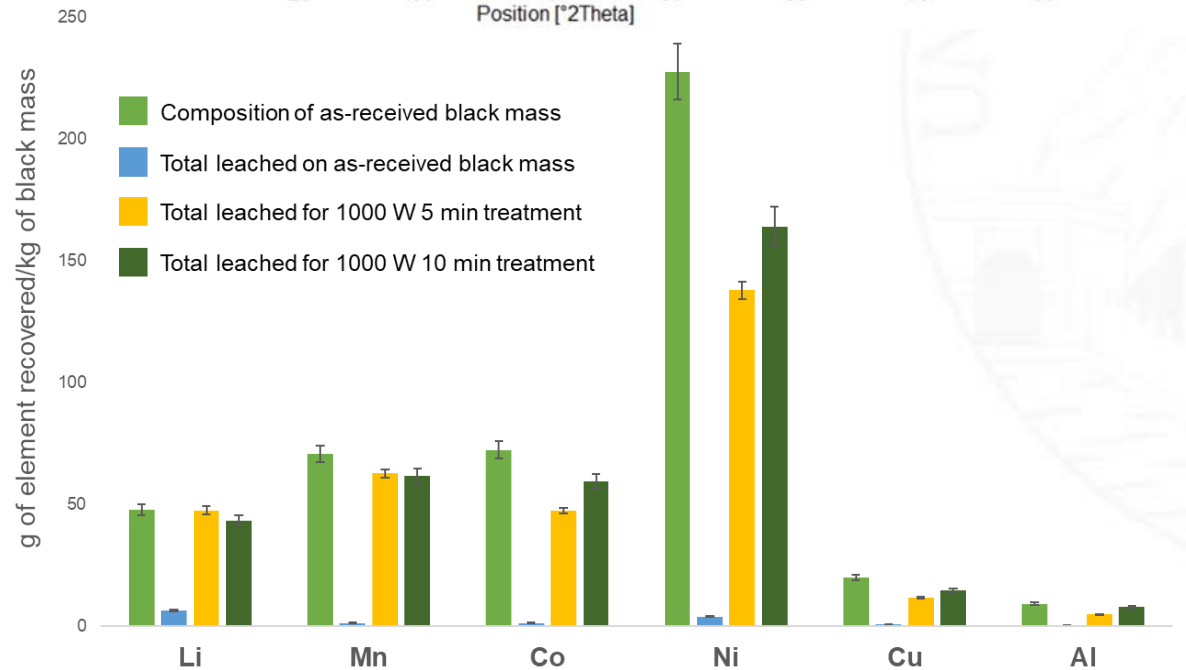
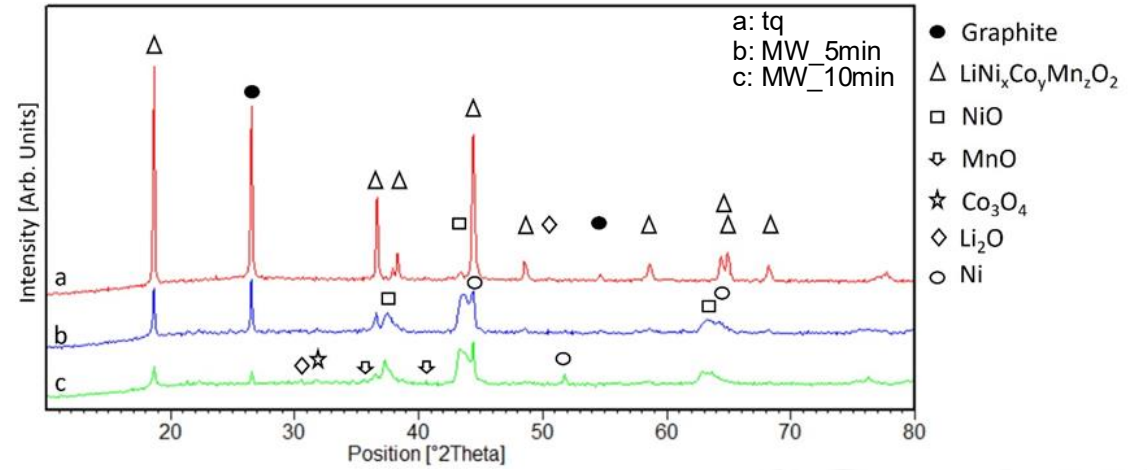
BEFORE



AFTER MW



NMC
($\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$)



Normativa: Il decreto batterie (10 febbraio 2026)

I nostri risultati:

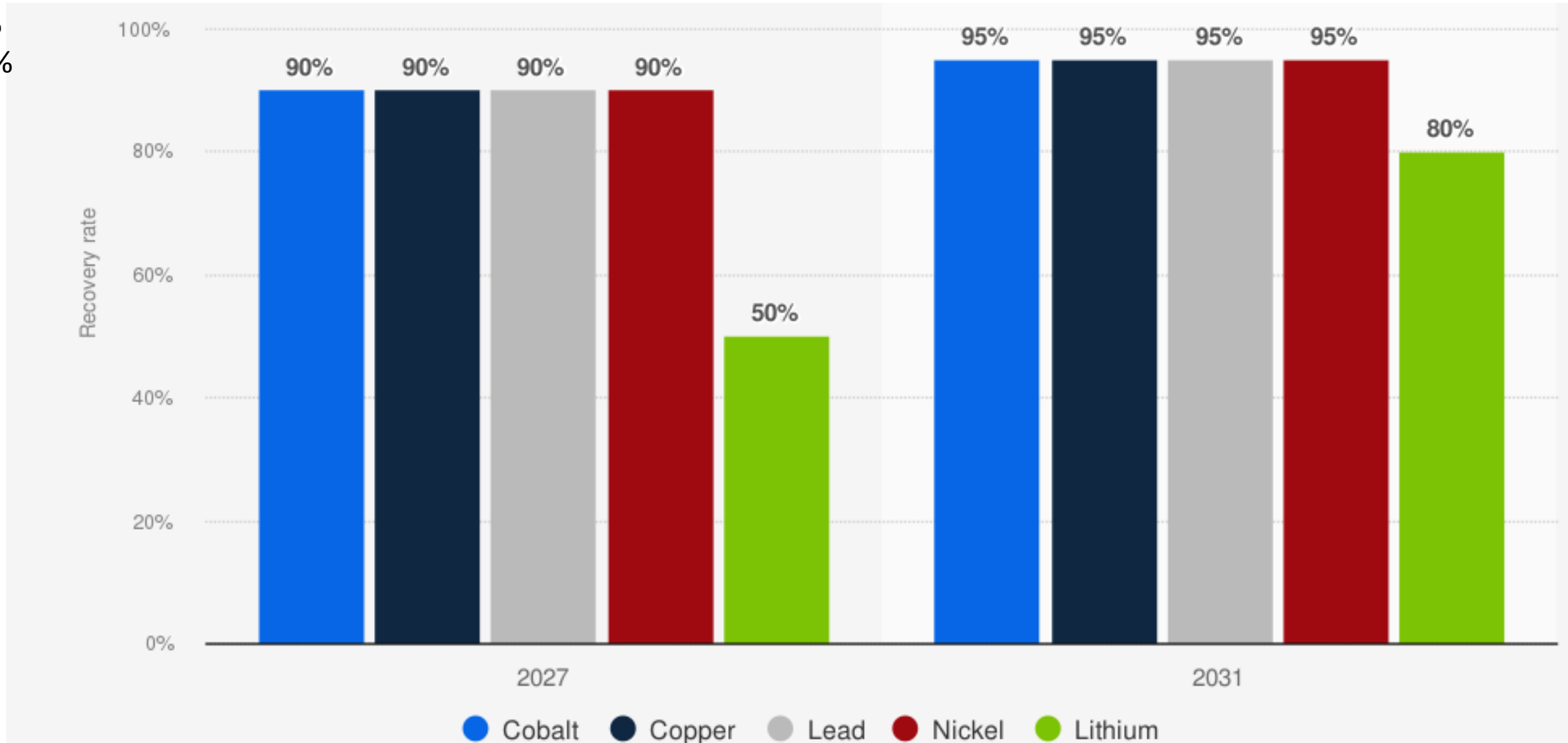
Il recente decreto batterie (D.Lgs. 10 febbraio 2026 n. 29) adegua l'Italia al Regolamento (UE) 2023/1542, confermando i target richiesti

Li > 90%

Co > 90%

Mn > 90%

Ni > 70%



Progetto Tech4Lib



-Tecnologia brevettata
-Premio EIT Raw Material

1/03/2023 - 31/08/2026

Progetto CAMEL

2022

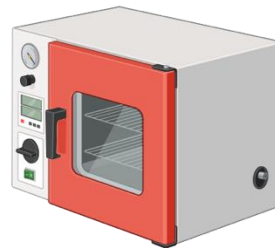
2021

Microonde commerciale



2023

Microonde da laboratorio



2026

-Fondo MITO

-Premio 2031 (percorso messo in palio da Paradigma Exponential Hub)



Conclusioni

- La tecnologia proposta permette trattamenti minimi e quantità ridotte di prodotti chimici commerciali;
- Il trattamento termico, basato su reazioni carbotermiche, avviene in tempi brevi rispetto ai metodi convenzionali;
- Li viene estratto in acqua;
- Produzione di acidi organici da scarti alimentari (INSTM);
- Analisi sostenibilità della tecnologia proposta (SSSA).
- Il metodo è flessibile, quindi potrebbe essere adattato al trattamento di future batterie di diversa composizione chimica.

Sviluppi Futuri

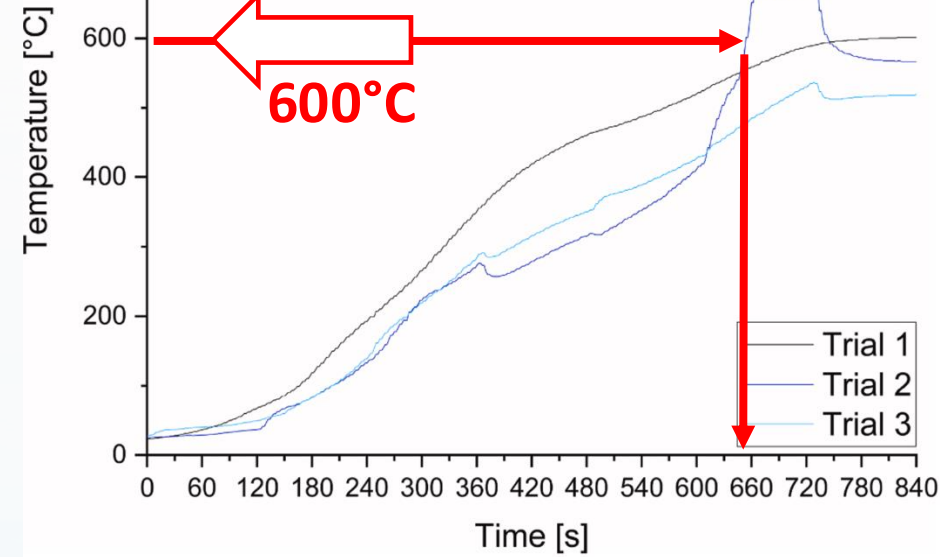
- Recupero parziale della grafite, ad esempio mediante flottazione;
- Valutazione delle emissioni durante trattamento termico a microonde;
- Trasferimento tecnologico grazie anche al progetto CARMEL (FISA)



Results about the new oven

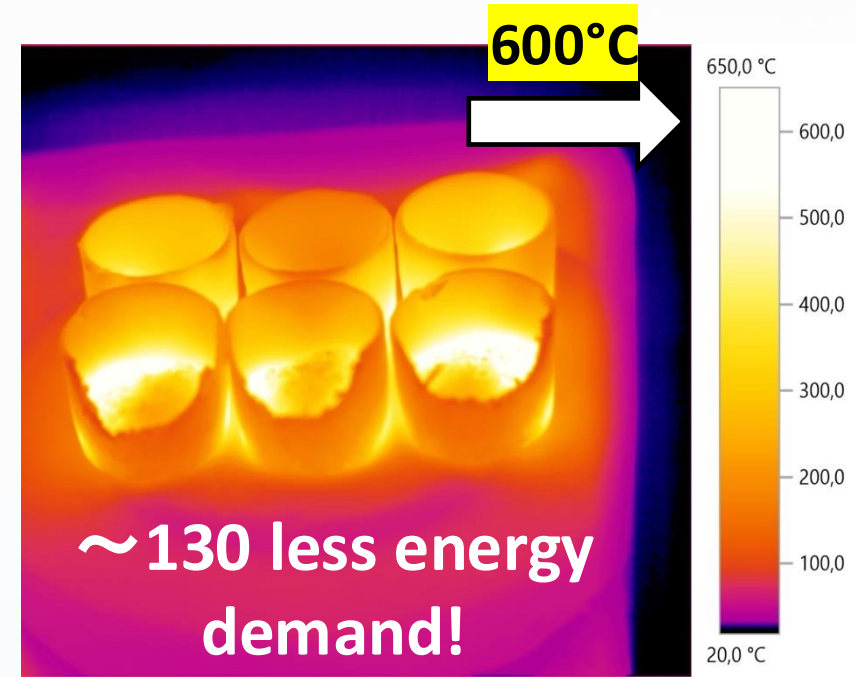
Journal of Environmental Management 377 (2025)

More than 10 minutes (6000 W)

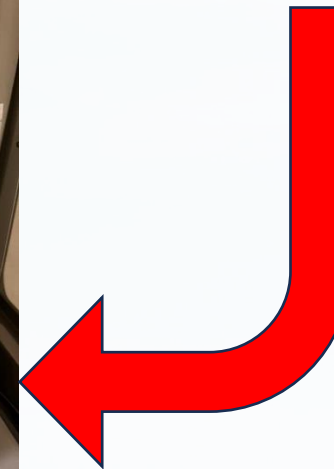


A NEW PATENTED
MICROWAVE OVEN
(available from 2
months).

90 seconds (300 W)



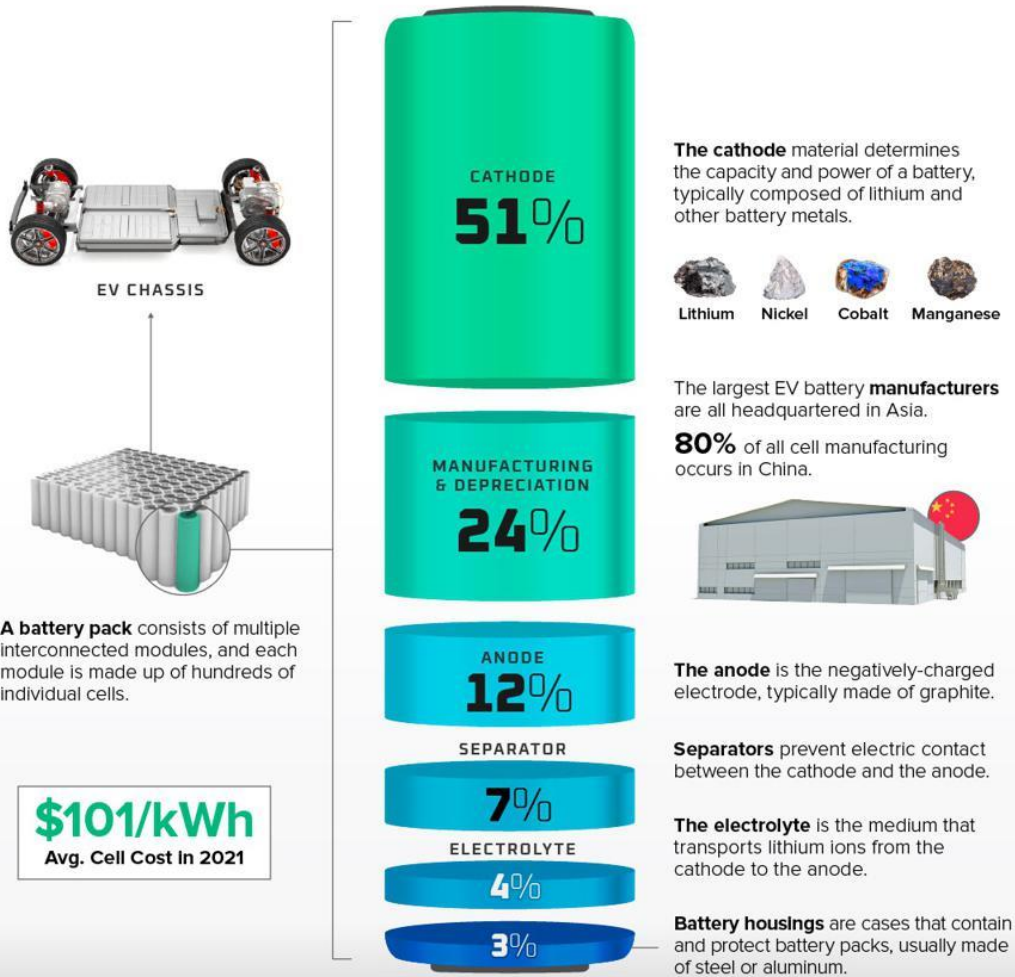
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124616>



Breaking Down the Cost of an EV BATTERY CELL

The average cost of lithium-ion batteries has declined by 89% since 2010.

What makes up the cost of lithium-ion cells?



Percentages may not add to 100 due to rounding.
Source: BloombergNEF



Battery production costs

Producing 1 ton of virgin lithium requires:



OR



250 tons of raw ore

750 tons of brine

CO₂ 15 tons

5 tons

Water 170 m³

469 m³

Use of land 464 m²

3,124 m²

65% of the available water in Chile is consumed by the mining industry.

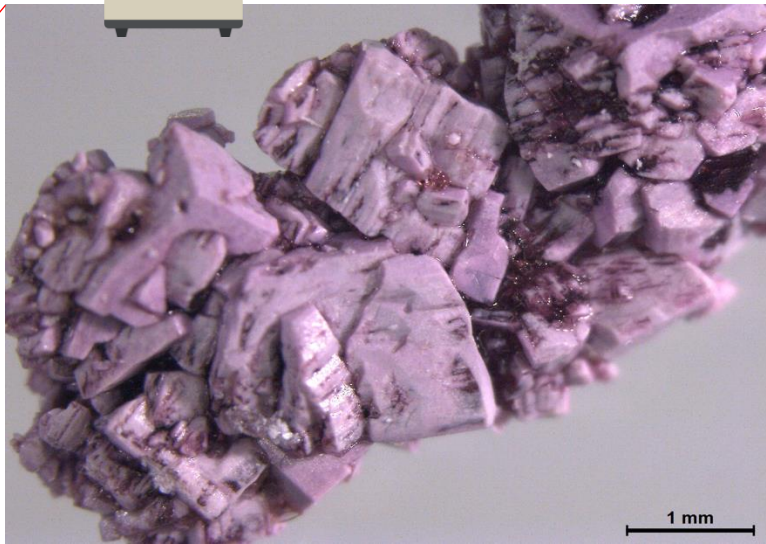
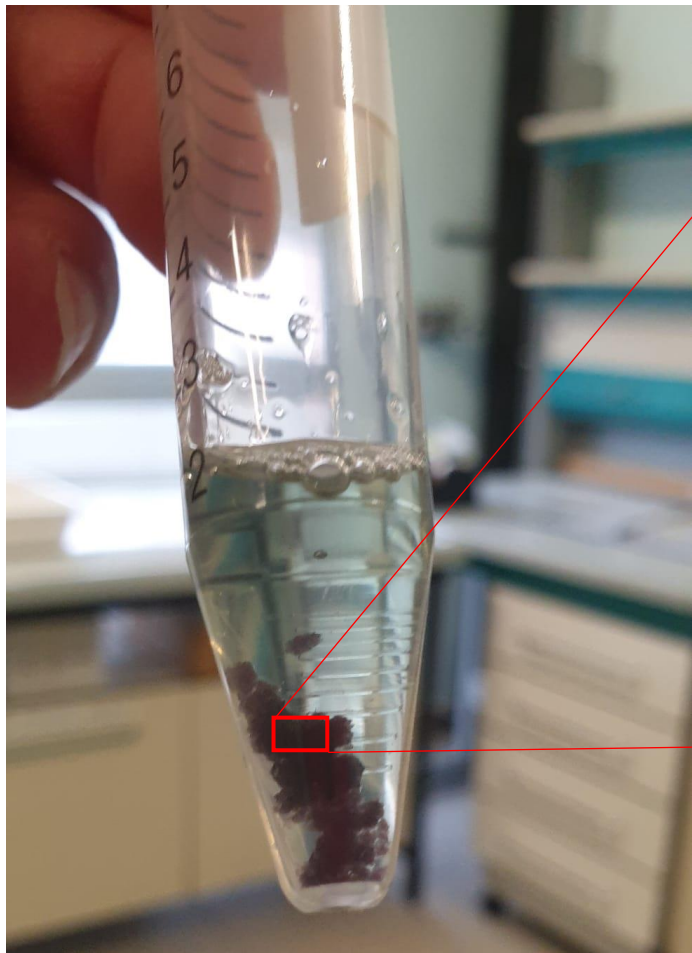
Source Minviro

Risultati

NMC
($\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$)



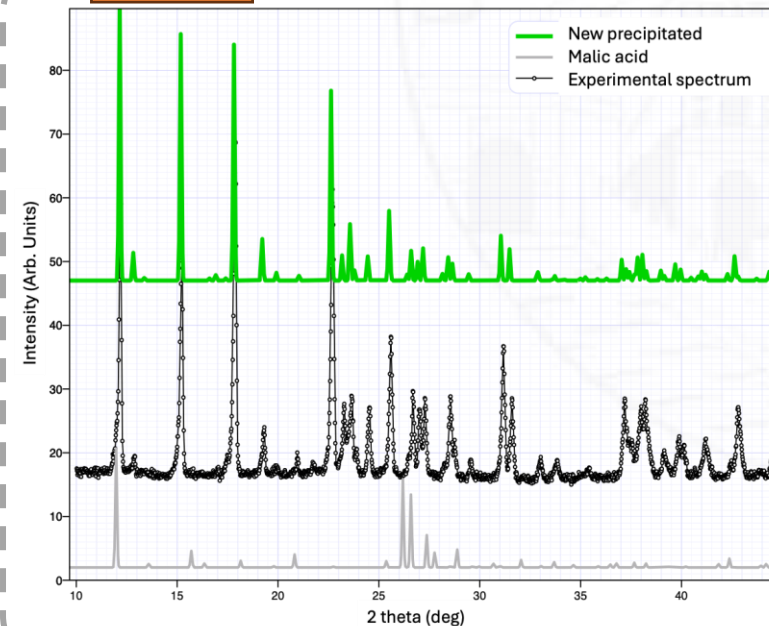
Microscopio



ICP

Elemento	%	
Mn	1.16	± 0.01
Co	3.21	± 0.05
Ni	9.4	± 0.1
Cu	0.96	± 0.02

XRD



Risultati



Microscopio



GIORNALE DI BRESCIA

Delitto di Capodanno
Il giovane confessa: «Ho ucciso per paura»

Bambina ferita da un colpo di pistola
Indagato il padre

Bravissima Elza, sua la ricerca che ricicla le batterie e batte la CO2

Una "cosa rosa" per l'ambiente
La scoperta di scienziati e AI: un materiale che riduce la CO2

ansascie

UnibiS official #ElzaBontempi @UniCtComunica @UniMiB #scienza #scienziainmateriali #CO2 riciclo #batterie #aestuo #microonde #nickel #manganese #cobalto #it #chimica #riciclodidelfinuti #scienza

Accedi all'articolo completo
dal link in bio

Fonte immagine: Laboratorio di Chimica per le Tecnologie, Università di Brescia
Elemento modificato: 2 h

ansascienza Grazie ad @unibiS official per le repost. Vi farà piacere sapere che la notizia su questa vostra interessantissima ricerca è quella con più visualizzazioni negli ultimi 30 giorni sulla pagina Instagram di @ANSascienza. Compliment per il vostro eccellente lavoro!

1 h Piace a 2 persone Rispondi

Visualizza le risposte (1)

unicomunica
2 h Mi piace: 1 Rispondi

Piace a chemTechnologies e altri 80
2 ore fa

Aggiungi un commento...

Scoperto con l'IA un nuovo materiale per il riutilizzo della CO2

Ait SCIENZA

