



Università
di Brescia

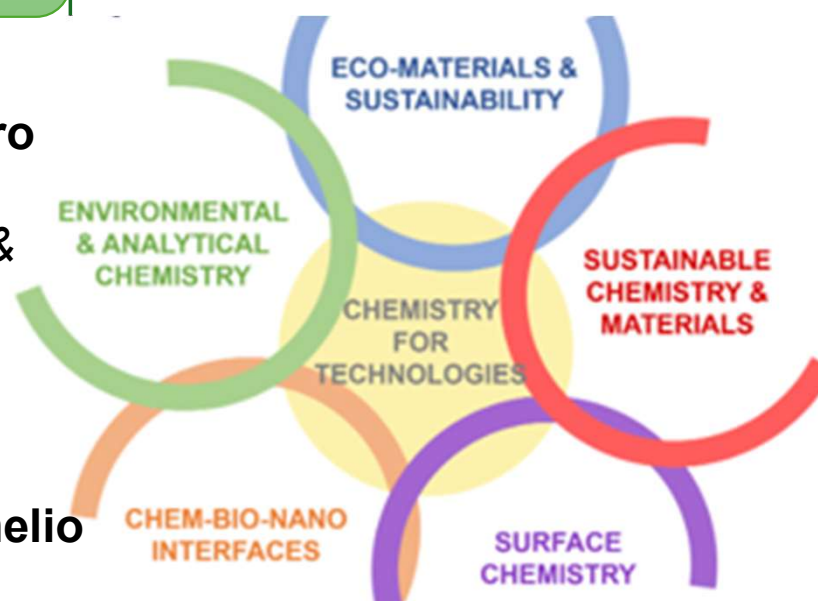
CARAMEL: primi risultati

Batterie e materie prime critiche. Sfide e opportunità dell'economia circolare

Team di ricerca

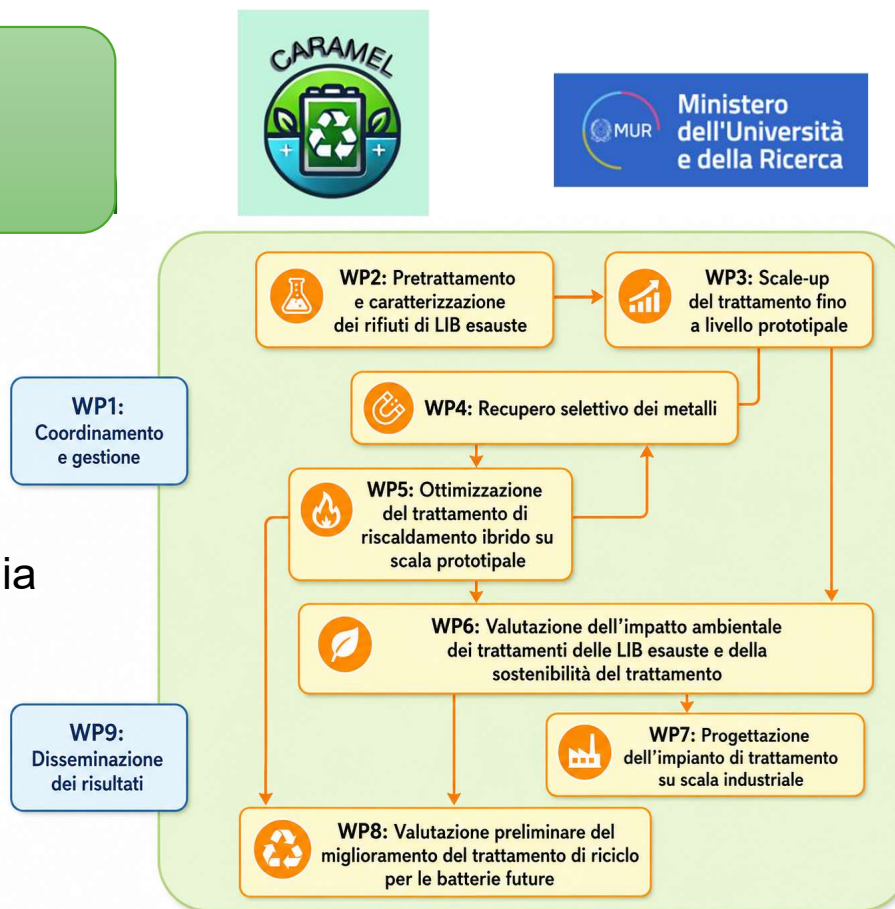
Laboratorio Chem4Tech
Prof.ssa Laura Eleonora Depero

- Gruppo di ricerca *Eco-materials & Sustainability*, **Prof.ssa Elza Bontempi**
- Team di progetto: **Alessandra Zanoletti** (PhD), **Antonella Cornelio** (PhD), **Alberto Mannu** (PhD), **Francesca Bianchi** (PhD student)



CARAMEL

- **Scale-up**
Portare il trattamento a scala industriale;
- **Hybrid-Heating technology**
Combinazione sinergica tra energia termica ed elettromagnetica;
- **Target Europei 2030**
Recuperare più del 80% di Litio



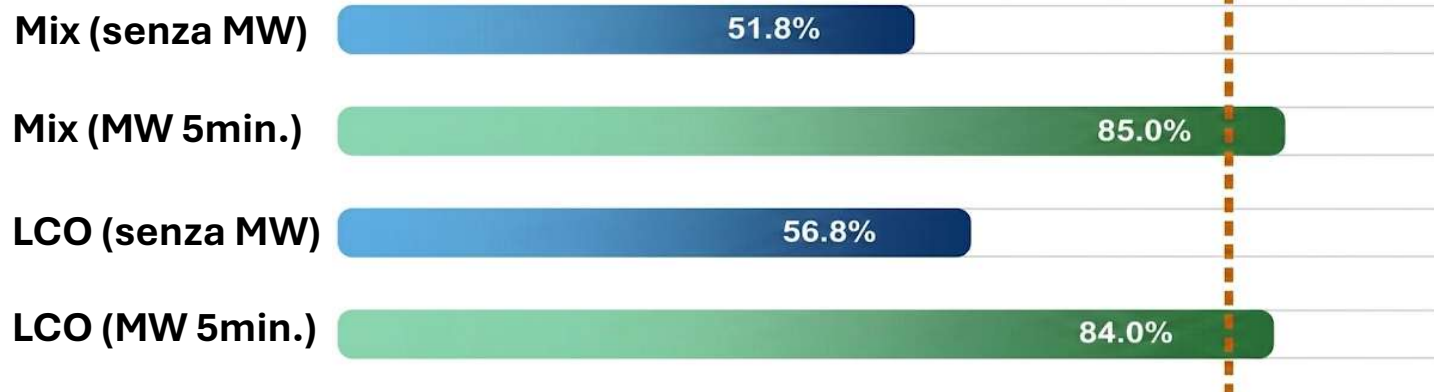
Università
di Brescia

LCO, NMC, Mista



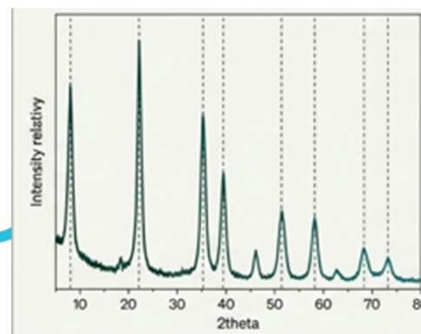
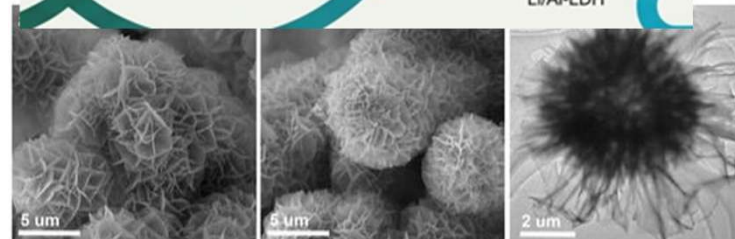
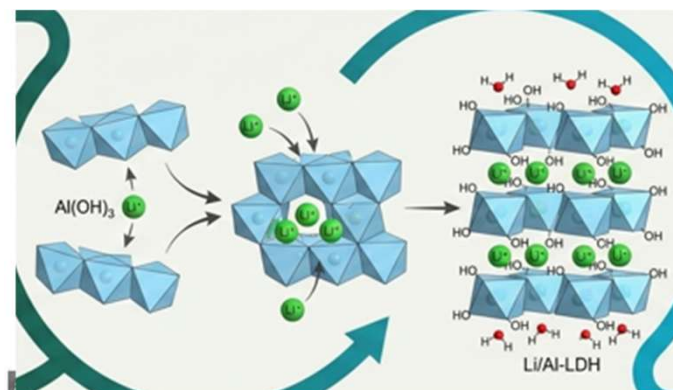
Estrazione di Li⁺

Obiettivo UE

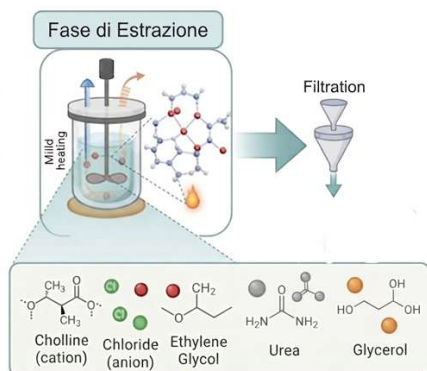


Utilizzo del Li^+ in soluzione

- **Li/Al LDH**
ottenuto selettivamente dalla
soluzione lisciviante.
- **Li_2CO_3**
Sottoprodotto della sintesi del LDH,
isolato selettivamente



Solvometallurgia (DES)



Il residuo solido non lisciviabile in H_2O contiene ancora elementi di valore (Co, Ni, Mn) che possono essere estratti mediante solvometallurgia.

Selettività sul Co

ChCl: EG

97.1%

ChCl: Gly

87.2%

ChCl: Urea

46.0%

Litio-Ferro-Fosfato (LFP)

- Mentre per le matrici LCO / NMC il binomio microonde/acqua garantisce ottimi risultati, sulla chimica LFP l'approccio diretto fallisce a causa della stabilità del reticolo cristallino LiFePO_4

Il trattamento a microonde porta ad una maggiore solubilità di composti contenenti Li^+ e PO_4^{3-}

LFP + Sali

Carbotermica assistita da Sali:

- **Miscelazione:** BM e bicarbonato di sodio in diverse wt%;
- **Riscaldamento a microonde;**
- **Lisciviazione in acqua:** Efficacia nel recupero di Li^+ e PO_4^{3-}

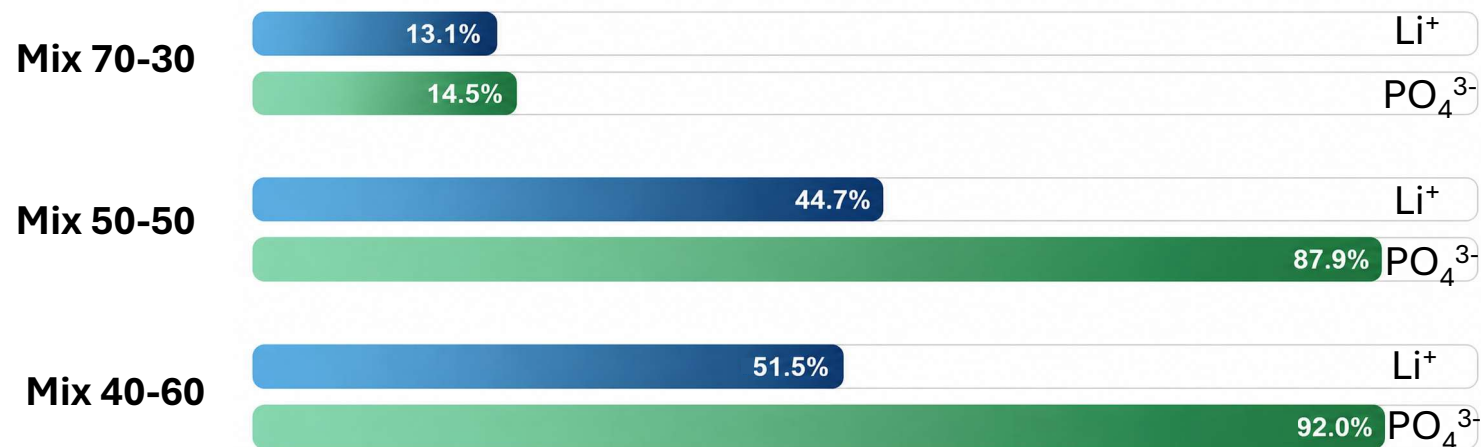
L'adozione del sale porta ad una completa trasformazione della BM



LFP+ NaHCO₃

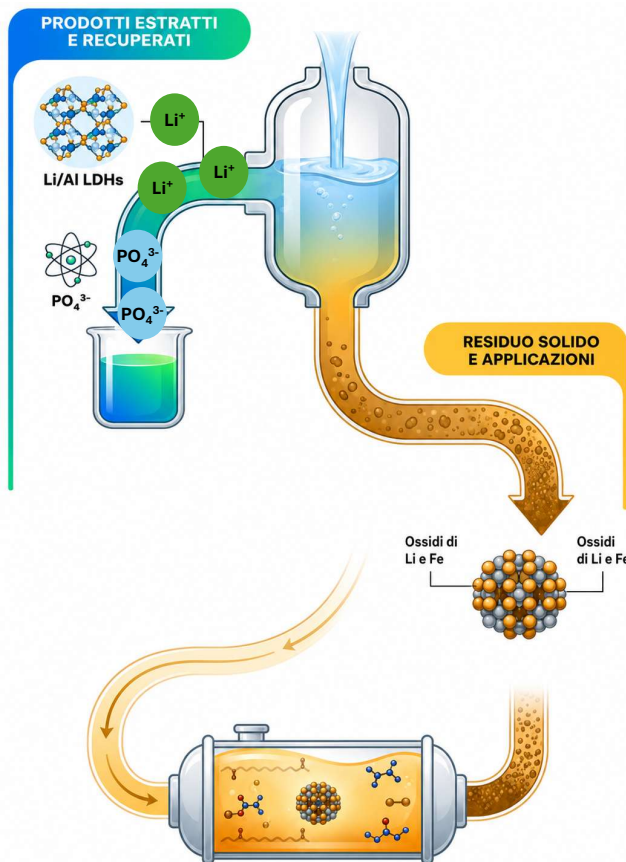


Estrazione di Li⁺ e PO₄³⁻



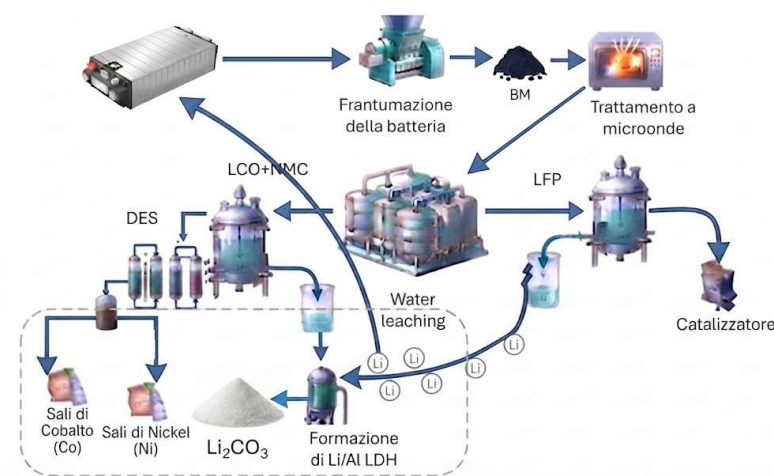
Prodotti di reazione

- **Li^+ e PO_4^{3-} in soluzione:** Li^+ estratto dalla soluzione tramite la struttura Li/Al LDHs
- **Residuo solido:** ossidi di ferro e/o litio, come catalizzatori per la produzione di biodiesel



Conclusioni

- **Trattamento innovativo** in grado di rispettare i Target europei:
- **Solubilizzazione del Litio** per LCO, NMC e mista;
- **Carbotermica con Sali** (LFP + NaHCO_3)
- **Approccio combinato per la valorizzazione del rifiuto**





Università
di Brescia

Grazie per l'attenzione

