

Innovación en el sector de las baterías

Tomás Montes

5/03/2026

El reto actual del almacenamiento energético



Energías convencionales
(Contaminación)



Energía renovables
(Producción intermitente)



Almacenamiento
energético



Electrificación transporte carretera

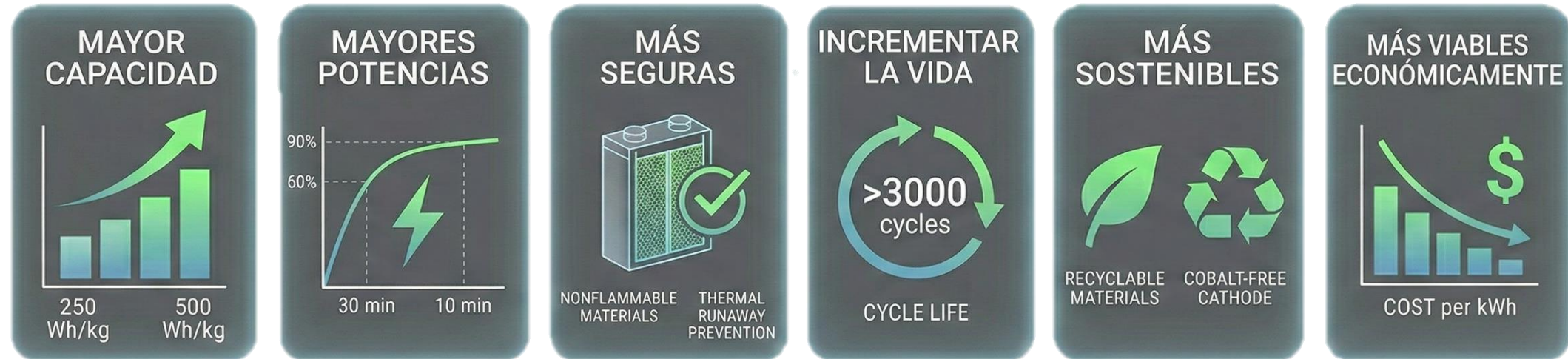


Baterías



El reto actual del almacenamiento energético

Desafíos actuales :



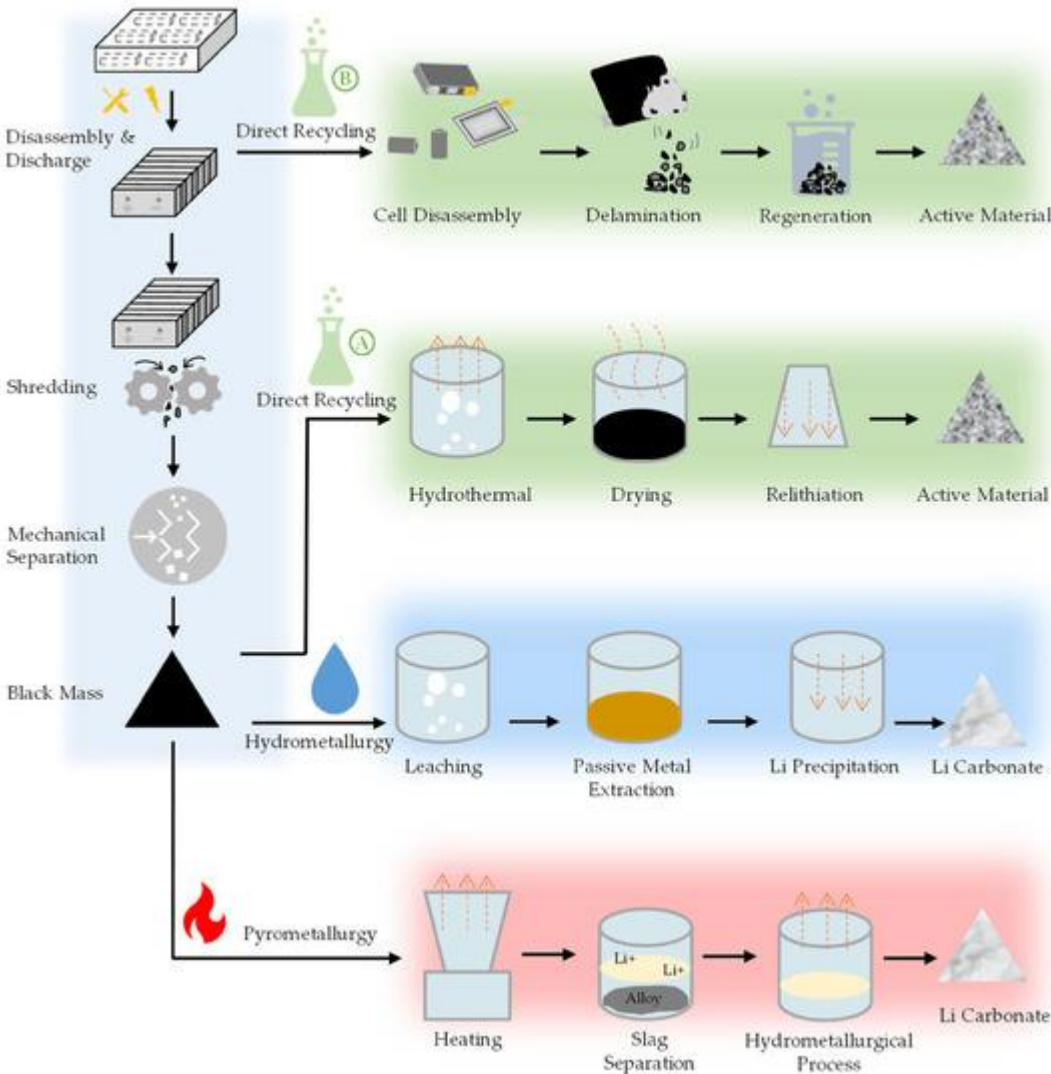
Solución : Enfoque Multidisciplinar!

Químicas actuales y futuras

Química	Seguridad	Precio (€/kWh)	Impacto Ambiental	Energía Específica (Wh/kg)	Vida (Ciclos)
NMC (Níquel-Mang.-Cob.)	Media	100 - 130	Alto (Uso de Cobalto y Níquel)	200 - 300	1,000 - 2,000
LFP (Ferrofosfato)	Alta	60 - 90	Bajo (Hierro y Fosfato abundantes)	140 - 210	3,000 - 6,000
NCA (Níquel-Cob.-Alum.)	Media-Baja	110 - 140	Alto (Alto contenido de Níquel)	250 - 320	800 - 1,500
LTO (Titanato de Litio)	Máxima	400 - 700	Medio (Uso de Titanio, alta durabilidad)	60 - 120	10,000
LCO (Óxido de Cobalto)	Baja	130 - 170	Muy Alto (Máximo nivel de Cobalto)	150 - 240	500 - 1,000
Sodio-ion (Na-ion)	Alta (Estable)	Muy Bajo (40-80)	Muy Bajo (Sal común)	110 – 175	2,000 – 4,000
Estado Sólido	Máxima (No inflamable)	Muy Alto (Prototipos)	Medio	350 – 500	5,000 – 10,000
Litio-Azufre (Li-S)	Baja (Polisulfuros)	Potencial Bajo	Bajo (Azufre abundante)	400 – 600	500 – 1,000

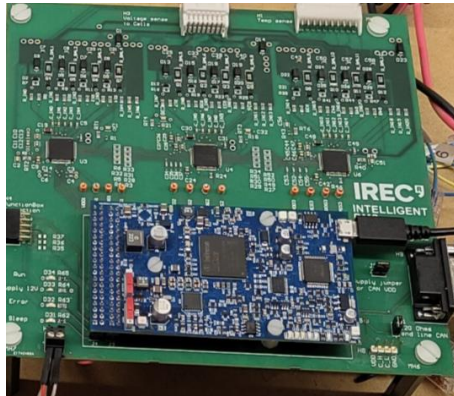
Reciclaje de Baterías de Li-ion

Vía de Reciclaje	Proceso Clave y Descripción	Ventajas Principales	Desafíos y TRL	Tasa de Reciclabilidad Conseguida (Materiales Clave)
Pirometalurgia	Fundición a Alta Temperatura ($T > 1400^{\circ}\text{C}$).	Proceso muy maduro, robusto, no requiere clasificar baterías por química.	Muy Alto consumo energético Pierde el Litio y Grafito en la escoria. (TRL: Comercial)	Alta para Co, Ni, Cu ($>90\%$), pero baja para Li ($<50\%$) y Grafito (0%).
Hidrometalurgia	Disolución química de metales en solución acuosa.	Alta pureza de materiales. Menor consumo energético que piro.	Genera grandes volúmenes de aguas residuales químicas (TRL: Comercial)	Muy alta para Litio y metales ($>90-95\%$). Grafito variable
Reciclaje Directo	Regeneración de Estructura Cristalina.	Máxima circularidad, mínimo consumo energético y químico, mantiene el valor añadido de la estructura.	Muy sensible a la mezcla de químicas y a la degradación. Escalabilidad difícil. (TRL: Investigación)	Potencialmente $>95\%$ para el material del cátodo completo. Recupera grafito.



Inteligencia y Control (Electrónica y Algorítmica)

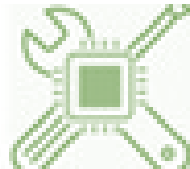
BMS Avanzados



- Seguridad: Detección y prevención de fallos.



- Conectividad: Integración de arquitecturas Cloud y Edge computing



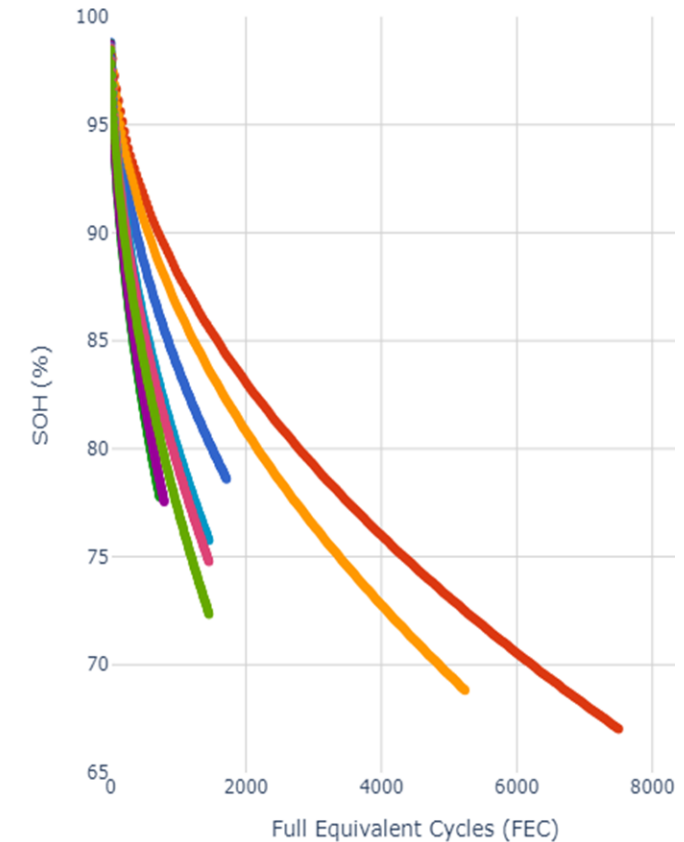
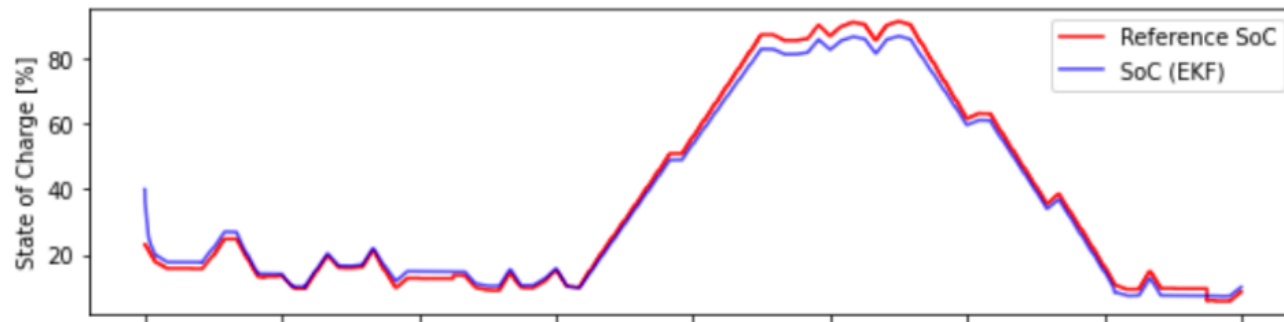
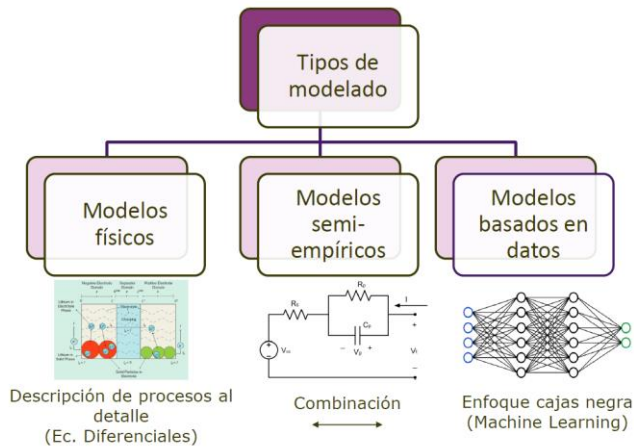
- Mantenimiento Predictivo



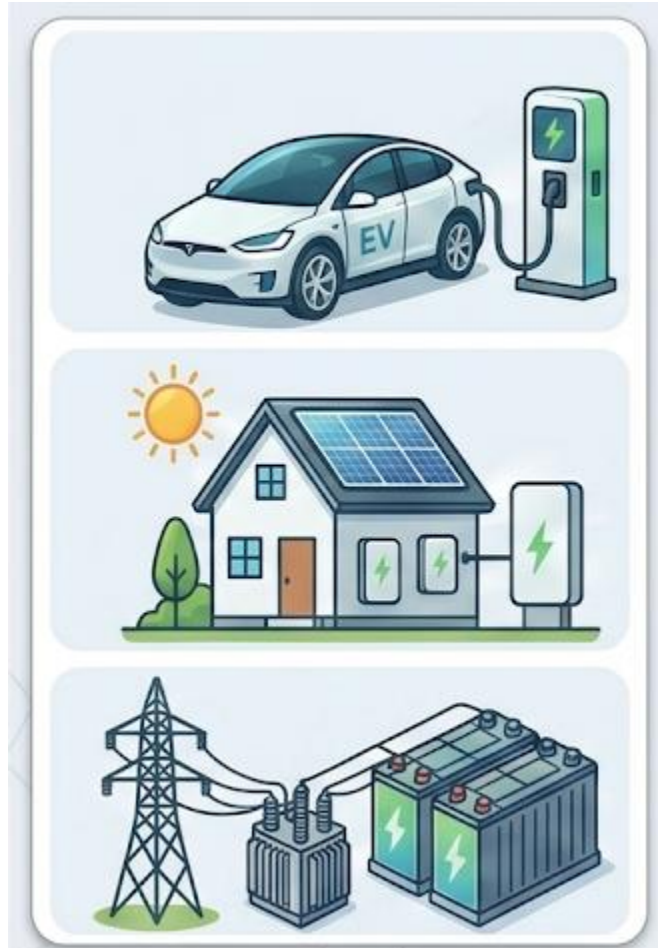
- Ecodiseño:, Reuso, Múltiples aplicaciones

Inteligencia y Control (Electrónica y Algorítmica)

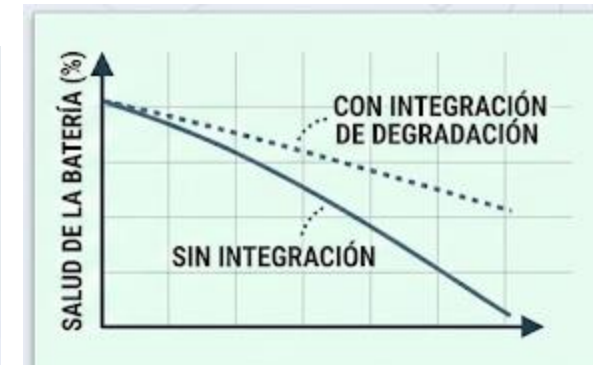
- Algorítmica de precisión : Estado de Carga (SOC), el Estado de Salud (SOH) y la Vida Útil Restante (RUL).



Optimización y Aplicaciones Reales

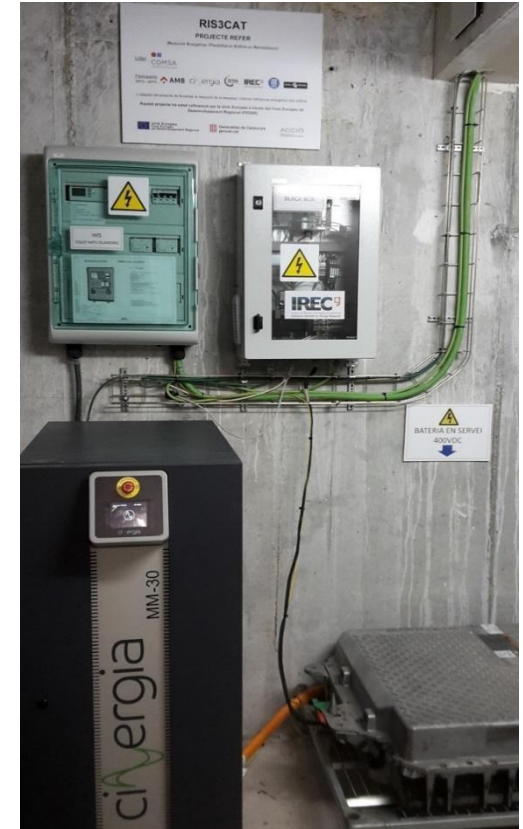


- Dimensionamiento inteligente y estrategias de control que integran modelos predictivos de degradación de la batería para maximizar su rendimiento.



Segunda Vida y Valorización Económica

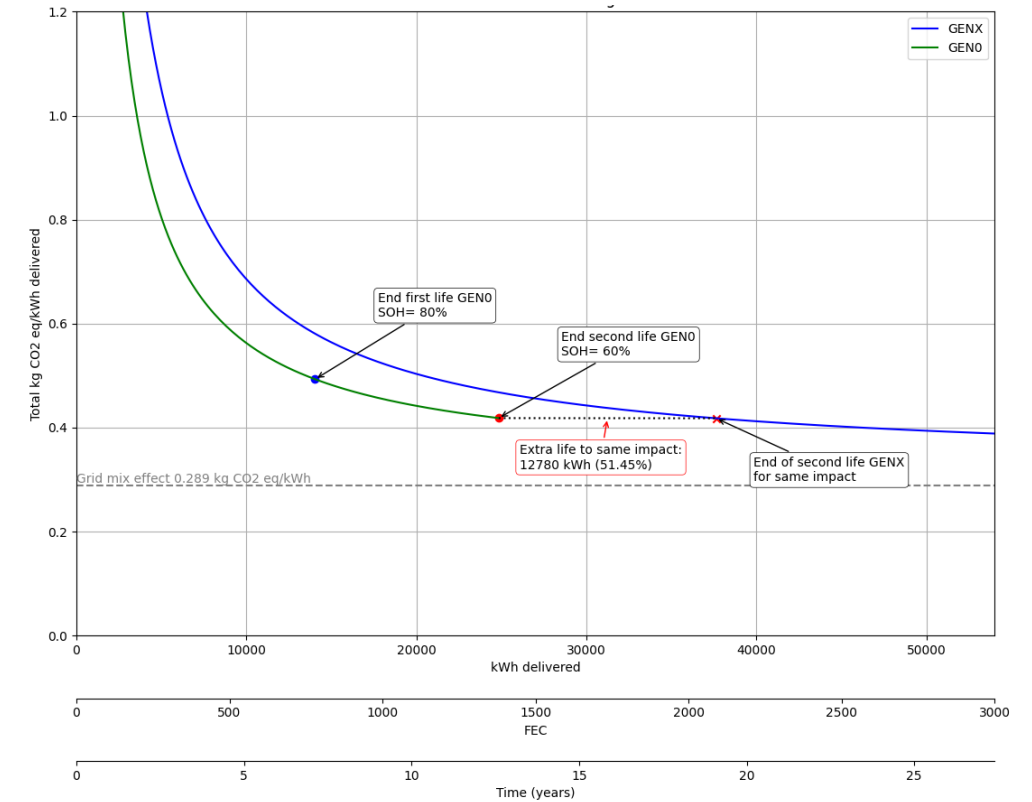
- Diagnóstico rápido
- Modelos de negocio: Valorización económica en el mercado de almacenamiento estacionario.

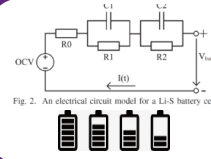
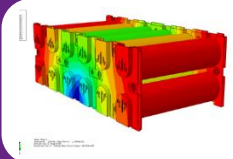
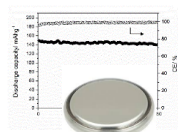


Impacto Ambiental

- Integración de modelos de estimación de vida y uso en el análisis de impacto Ambiental

“No todas las baterías de la misma química tienen el mismo impacto”





Materials & Cells R+D

- Li-ion, Na-ion, Li-S batteries, All Solid State batteries, Redox flow batteries, Supercapacitors and hybrid systems
- Synthesis-structure-properties correlation of (nano)electrodes
- Electrode coating
- Ionic liquid cell electrolytes
- Polymer electrolyte membranes

Module & Battery Pack development

- Housing BP
 - Multi-material
 - Light materials (Composites, Al, AHSS)
- Battery Management Systems (BMS)
 - BMS Development
 - Power converter & controls design
 - Energy systems hybridization
- Sensors integration

Testing & Characterization of Cells, Modules and Battery Packs

- Benchmarking
- Quality control
- Safety
- Accelerated ageing
- Cell to Battery validation (standards or tailor-made)
- Abusive tests following standards for safety (UN, UL and R100)
- User-defined tests

Modelling & Simulation

- Model generation:
 - Empirical
 - Electrochemical
 - Ageing
 - Thermal
- Algorithms for State-of-charge (SOC), State-of-health (SOH)
- Cell, module and battery electrochemical and thermal simulation

Power Electronics & Grid Integration

- Battery Management Systems (BMS) validation
- Power electronics & Grid integration
 - Grid integration studies & validation
 - Smart Charging/V2G, AC/DC charging points design

Energy Systems Analytics

- Charging point management
- V2G, Smart charging & EMS integration
- EMS including electromobility services
- EV forecasting
- Data management: usage of EV data for BM evaluation, SOH & EoL, new services.

2nd and End of life batteries

- Reuse and recovery battery and cells
- 2nd life studies
- Post-mortem analysis
- Safe dismantling and preparation for recycling
- Metal recovery
- Battery Passport
- HAZOP Analysis



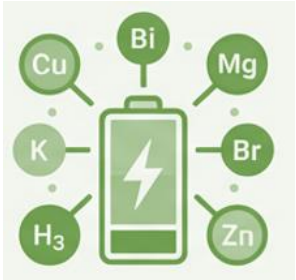
- Eco-design/Design for Circularity
- Safe dismantling and preparation for recycling

Circular Economy

- Life Cycle Cost & Social Life Cycle Assessment
- Levelized cost of energy (LCOE)



Conclusiones



- Varias químicas que se convivirán.



- Mediante estimaciones y algoritmos de control se puede mejorar la batería.



- Dominar el ciclo completo: Desde nuevos materiales hasta predecir el impacto ambiental de su reciclaje.