

Jornadas de Ciencia y
Tecnología de la EPS
(Escuela Politécnica
Superior - Huesca)

CIRCE

Franco Di Persio

Huesca

12 Mayo 2021

Estado actual del almacenamiento eléctrico en baterías

Estado actual del almacenamiento eléctrico en baterías

Agenda

1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. Coste de la batería
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. Conclusiones

- **Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias**

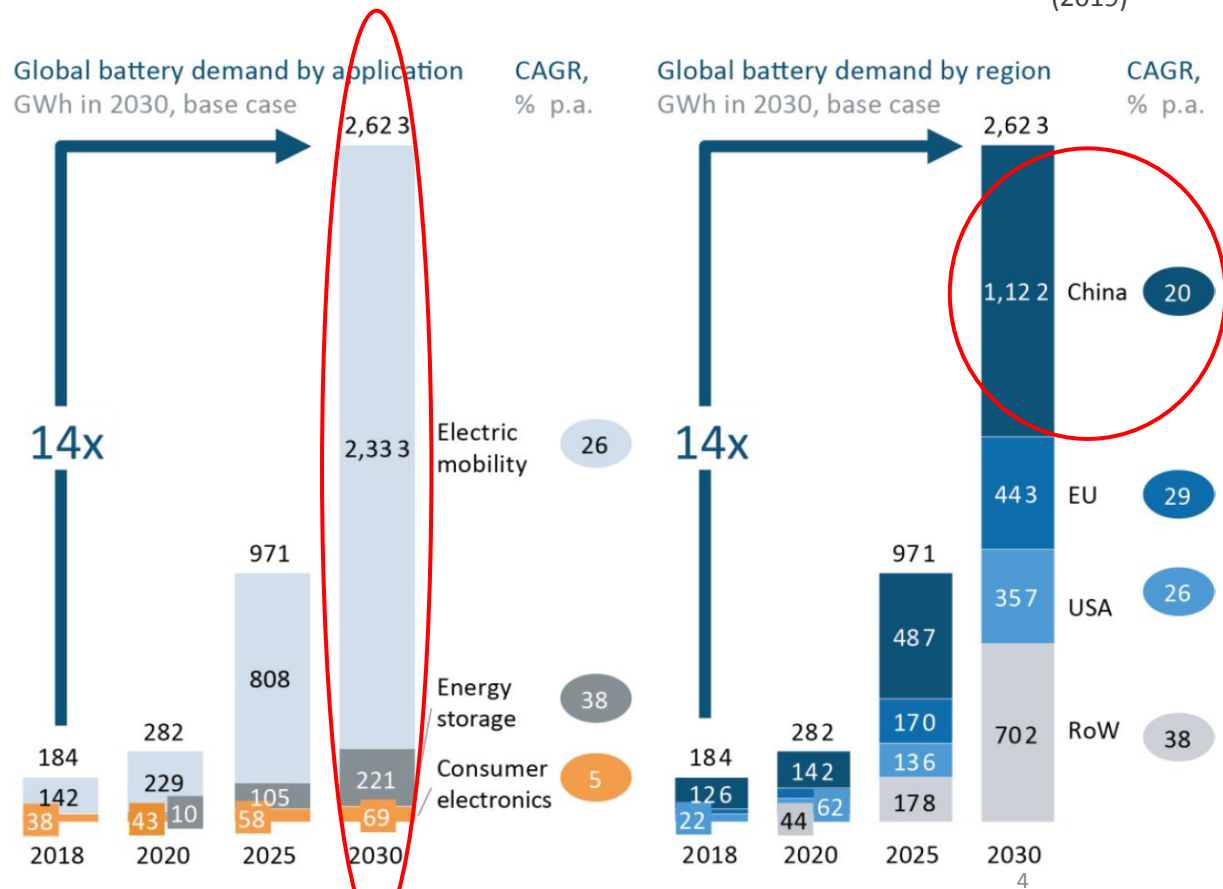


1. **Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias**
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. Coste de la batería
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. Conclusiones

... y en 2030

- ❖ **2333 GWh:**
 - Batería de 50 kWh
 - Ventas: ~ 50 M EV
 - 50 % ventas globales
- ❖ El 50 % en **China**
- ❖ Tecnologías dominante hasta al 2030: **Li-ion**

Fuente: World Economic Forum
(2019)



Marcas y modelos top ventas Marzo 2021

Global Top 20 Marzo 2021

Pl.	Global Models	March	YTD	%	P20
1	Tesla Model 3	75 888	126 716	11	1
2	Wuling HongGuang Mini EV	39 745	96 674	9	2
3	Tesla Model Y	32 197	56 064	5	4
4	BYD Han EV	7 956	21 354	2	NK
5	GW ORA Black Cat	8 531	19 188	2	10
6	Nissan Leaf	7 511	15 068	1	7
7	GAC Aion S	5 741	14 558	1	11
8	Hyundai Kona EV	7 623	14 336	1	5
9	Volvo XC60 PHEV	6 081	14 139	1	NK
10	Audi e-Tron	6 420	13 591	1	8
11	Volvo XC40 PHEV	5 812	13 268	1	NK
12	BMW 530e/Le	5 193	12 862	1	16
13	Renault Zoe	5 648	12 834	1	3
14	Li Xiang One EREV	4 900	12 579	1	20
15	Chery eQ	4 708	11 871	1	17
16	Kia Niro EV	5 120	11 858	1	18
17	VW ID.3	4 992	11 772	1	6
18	BMW 330e	5 474	11 798	1	NK
19	Mercedes GLC300e/de	5 032	11 516	1	NK
20	Chevrolet Bolt	6 123	10 847	1	NK
	Others	356 895	741 826	66	
	TOTAL	531 702	1 128 003	100	

Europa Top 20 2021 (hasta Marzo)

Pl	Europe	YTD	%	P20
1	Tesla Model 3	31 200	7	2
2	Volvo XC40 PHEV	12 715	3	11
3	Renault Zoe	12 600	3	1
4	VW ID.3	11 772	3	3
5	Hyundai Kona EV	10 813	2	4
6	BMW 3-Series PHEV	10 645	2	14
7	Peugeot 208 EV	9 972	2	8
8	Kia Niro EV	9 778	2	9
9	Peugeot 3008 PHEV	9 517	2	NK
10	Volvo XC60 PHEV	9 328	2	15
11	BMW X1 PHEV	8 881	2	NK
12	Ford Kuga PHEV	8 861	2	17
13	VW e-Up!	8 718	2	18
14	Mercedes GLC300e/de	8 657	2	19
15	Renault Captur PHEV	8 581	2	NK
16	Nissan Leaf	8 312	2	7
17	VW Golf PHEV	7 711	2	NK
18	Audi e-Tron	7 642	2	5
19	Mercedes A250e	7 345	2	10
20	Fiat 500e	7 295	2	NK
	Others	277 844	61	
	TOTAL	456 987	100	

Marcas y modelos

Ventas relacionadas a:

- ... Gustos y preferencias !
- Precio [€] a la venta y lo largo de la vida del vehículo
- Consumo [kWh/100 km]
- Autonomia [km]
- Durabilidad batería [años]



Hyunday Kona



Peugeot e208



Renault Zoe



Hong Guang mini EV



Tesla model 3



VW ID.3



Nissan Leaf



BYD Han EV

Batería determina precios y prestaciones

- Batería puede representar ~30-40% del **coste** del vehículo eléctrico
- Batería puede representar ~20-30% del **peso** del vehículo eléctrico
- **Volumen** disponible para la batería es limitado en el vehículo eléctrico
- El **diseño** y gestión de la batería (**BMS**) es clave para su durabilidad
- Las **Celdas** son el corazón de las baterías de los vehículos eléctricos



Prismática



Cilindrica



Pouch

- **Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería**

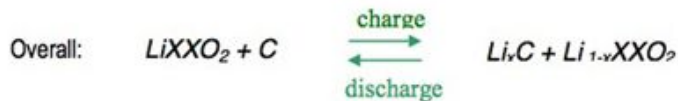
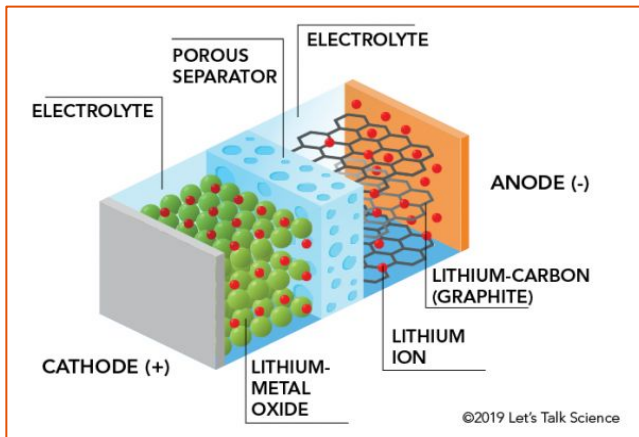
1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. **Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería**
3. Coste de la batería
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. Conclusiones

Eficiencia [kWh/100 km] y Autonomía [km]

[kWh]: medida de energía disponible en la batería. En BEV suele estar entre 40 y 100 kWh

Factores principales: • Tipo y cantidad de celdas • Peso y diseño de batería y vehículo • Coeficiente de arrastre vehiculo	Eficiencia kWh/100 km (real, mixto, templado)	Capacidad batería - kWh	Autonomía km (real, mixto, templado)
VW ID.3	17,1	77	450
Hyunday Kona	16,2	64	400
Tesla Model 3	16,5	76	535
Renault Zoe	16,5	52	315
Nissan Leaf	17,2	56	325
Hong Guang mini EV	14,0 (WLTP)	32	229 (WLTP)
BYD Han EV	14,0 (WLTP)	77	560 (WLTP)

Tecnologías y químicas de baterías Li-ion

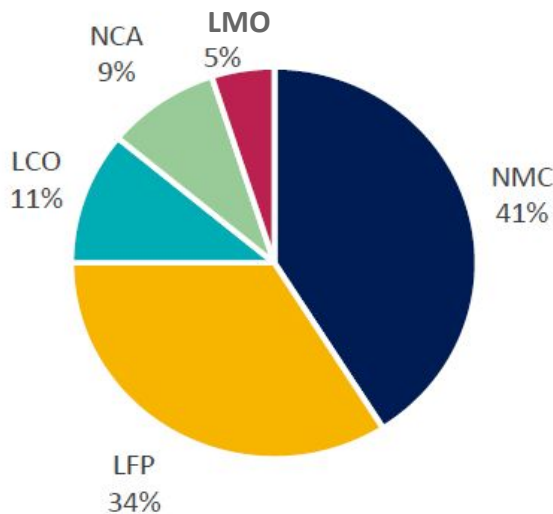


XX son varias combinaciones de metales

$$Wh = V * Ah$$

- V = Diferencia del potencial químico del Li entre ánodo y cátodo
- Ah = Carga eléctrica disponible

Químicas más comunes en vehículo eléctricos



Catodo:

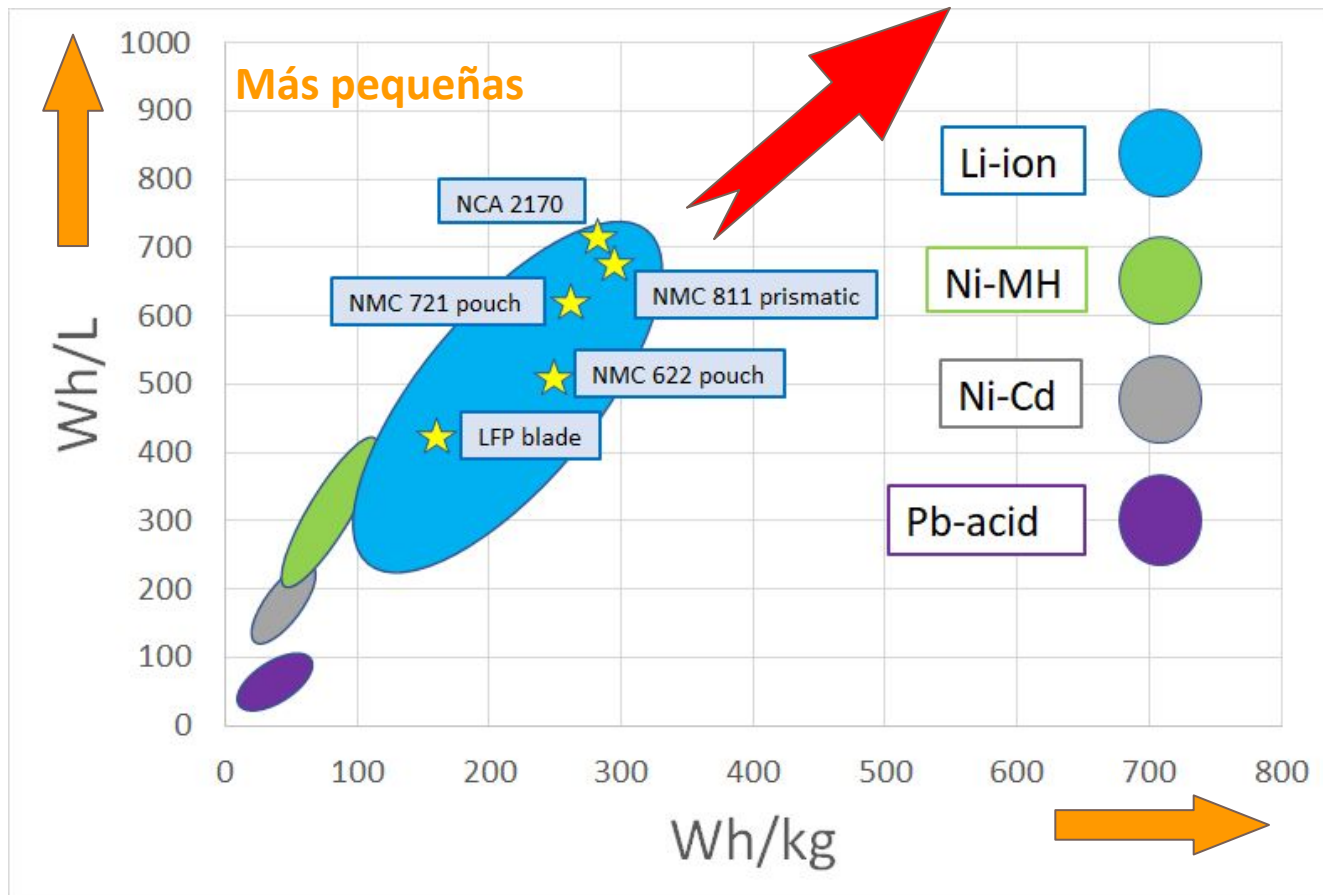
- NCA
- LMO
- NMC xyz (111, 532, 622, 721, 811)
- LFP

Anodo:

- Graphito
- // + Si enriquecido (5-10 %)

L = Litio
M = Manganeso
C = Cobalto
A = Aluminio
F = Hierro
P = Fosforo
N = Niquel

Wh/kg; Wh/L - densidad energética a nivel celda



NCA 2170 cilíndrica

- Tesla Model 3

NMC 721 pouch

- VW ID.3

NMC 811 prismatic

- CATL - provider

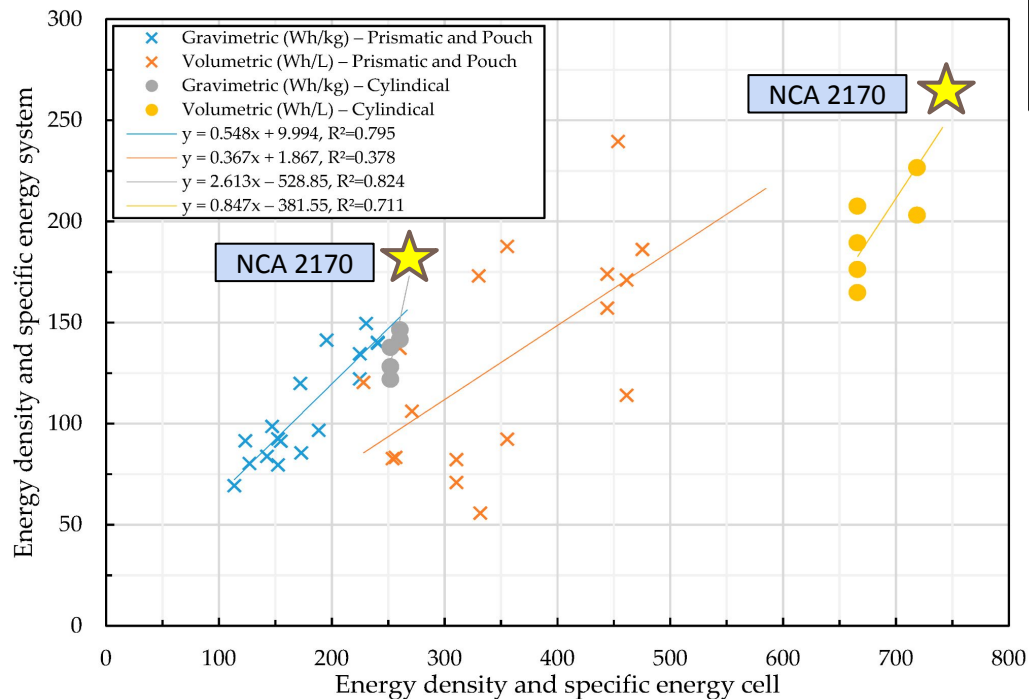
NMC 622 pouch

- Zoe

LFP Blade

- BYD Han

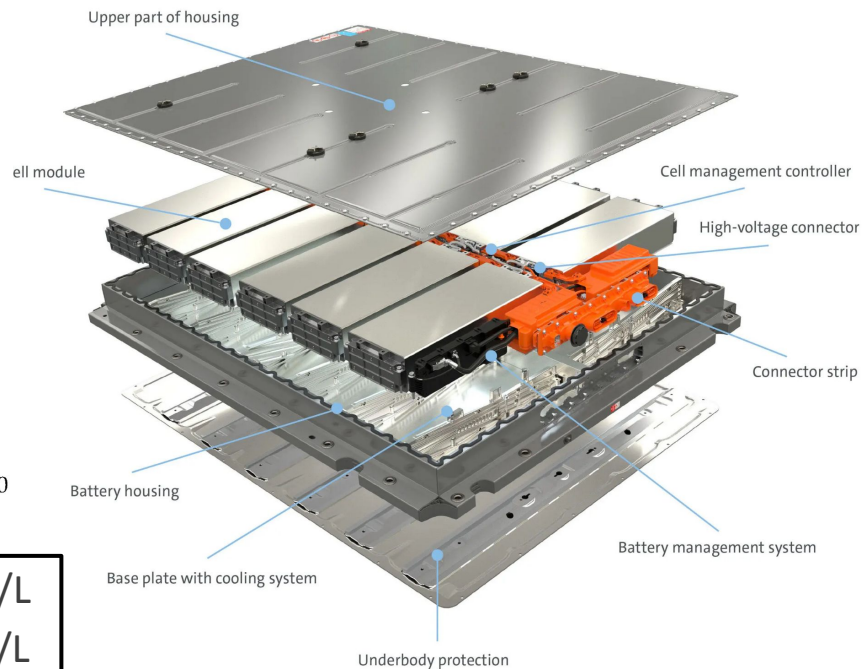
De celdas a batería



NCA 2170: **264 Wh/kg** **740 Wh/L**
 Wh/kg pack (60%): **160 Wh/kg**; Wh/L pack (36%): **270 Wh/L**

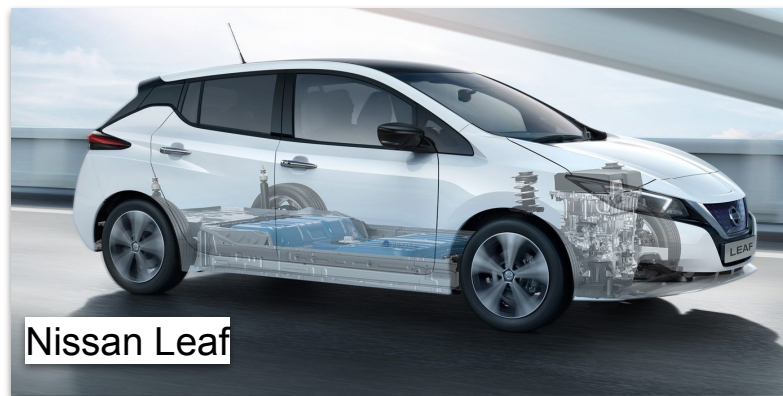
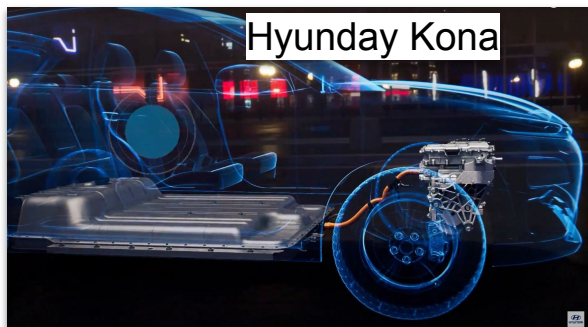
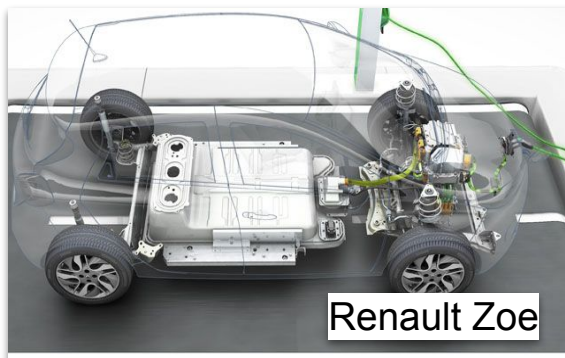
Además de celdas hay:

- Sistema gestión térmico
- Cableado y electrónica
- sistemas seguridad y envoltura (ECE R 100)



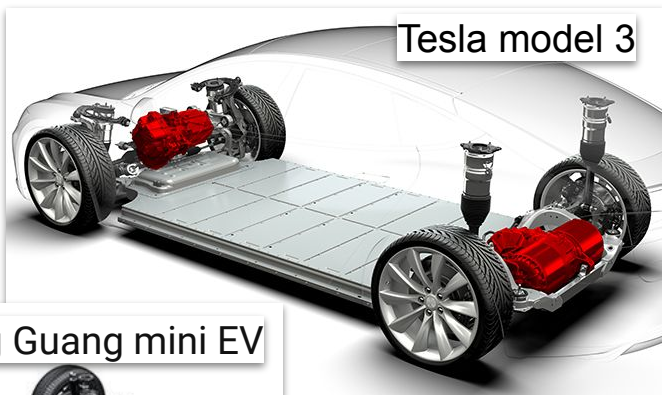
Diseño batería adaptado a estructura preexistente

- Se busca rellenar huecos dejados por ICE.
- Batería es un elemento pasivo de la estructura
- Plataforma existente, mantiene fidelidad de sus clientes
- Permite un ahorro para los fabricantes y business as usual
- Pero... limita diseño vehículo



Diseño batería innovador

- Se optimiza espacio en vehículo
- Única plataforma que se puede adaptar a diferentes vehículos
- Batería es un elemento activo de la estructura
- Requiere integración vertical



BYD Han EV

Modulos



Low space utilization
(~40% VCTP)

Battery pack with modules

Blade



High space utilization
(~60% VCTP)

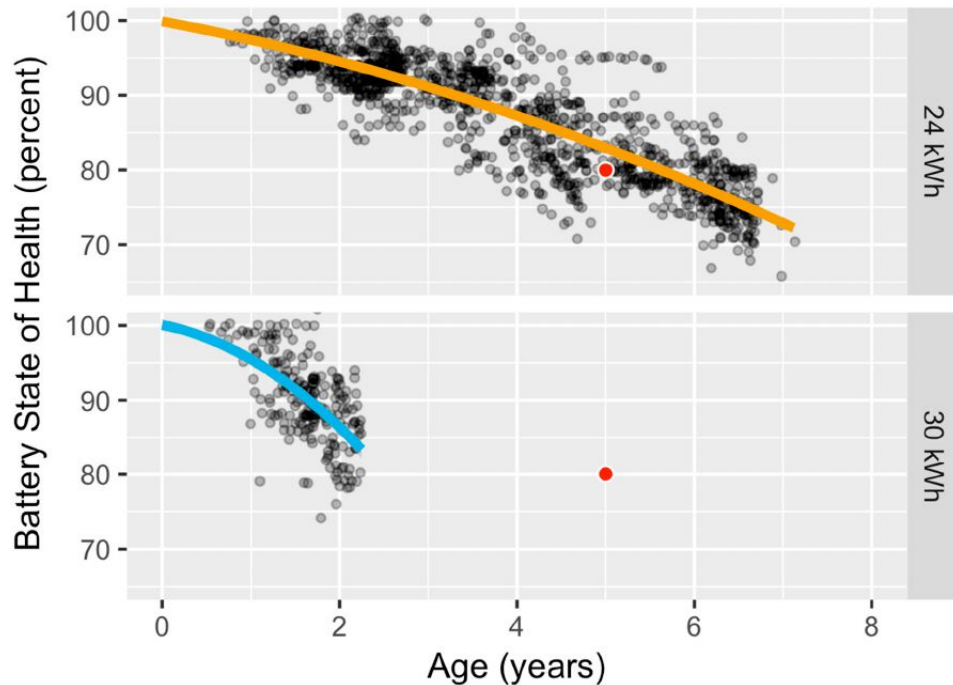
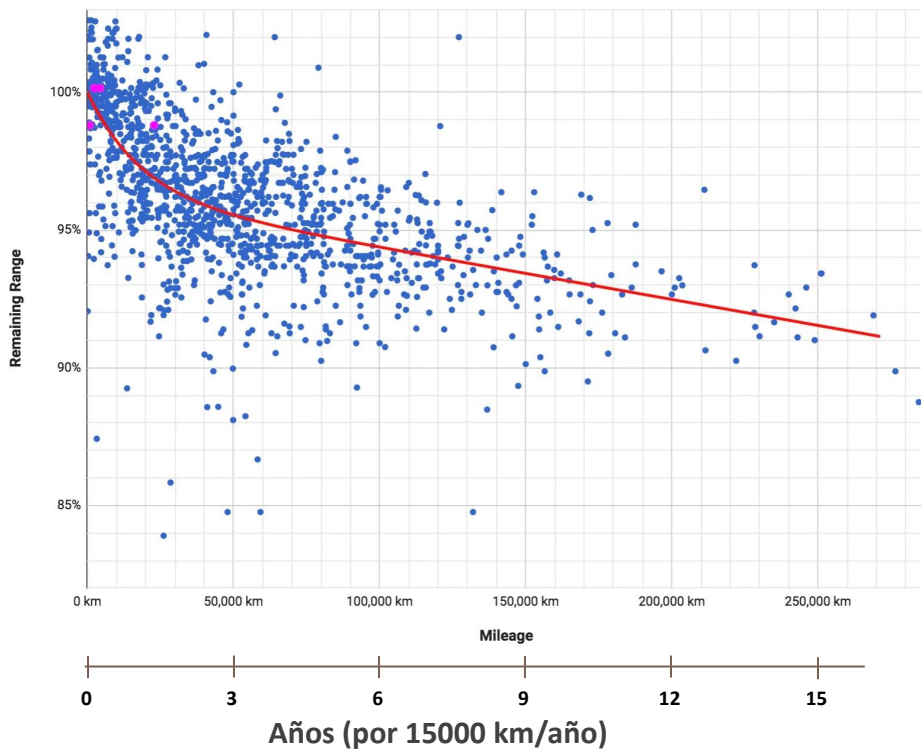
Blade Battery without modules



Diseño batería, gestión y durabilidad

Temperaturas, distribución de SOC, números y tipos de ciclos (Potencia en carga y descarga)

Tesla model S/X (80-100 kWh)



Nissan Leaf (24 y 30 kWh) - hasta 2018

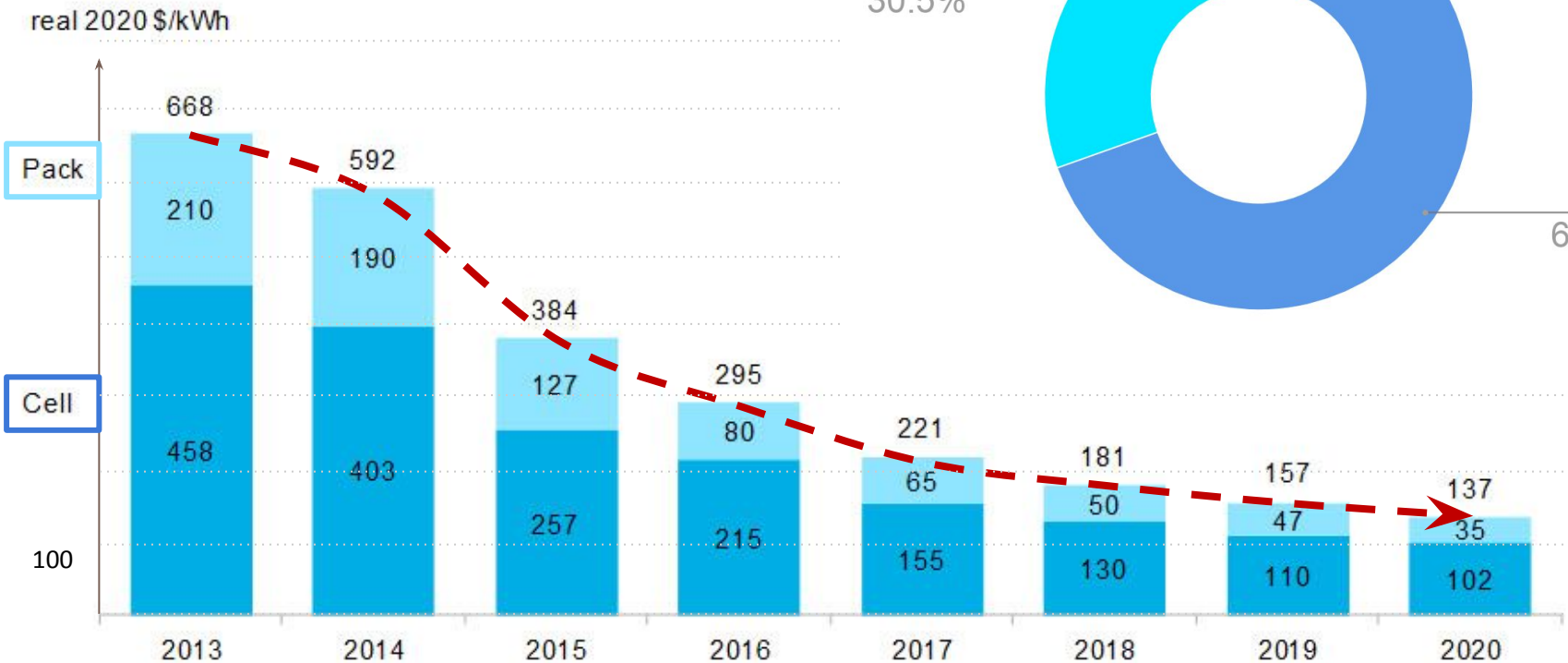
- **Coste de la batería**

1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. **Coste de la batería**
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. Conclusiones

Coste batería

Lo de la celda es considerable

Pack/Cell cost fractions - Average 2013-2020



Pack
30.5%

Cell
69.5%

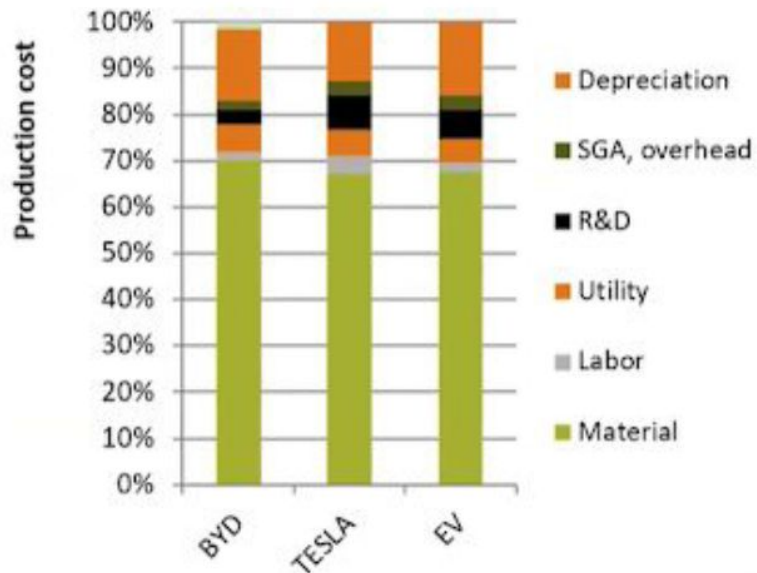
Source: A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices _ BloombergNEF (2019)¹⁷

Coste batería

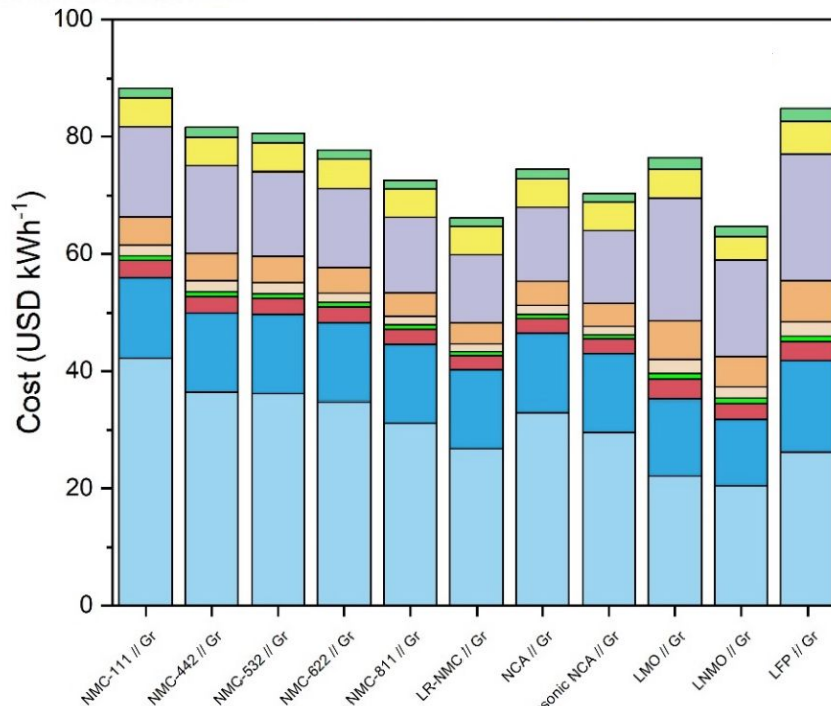
Lo de los materiales son considerable



LIB Cost structure for TESLA & 40 Ah EV pouch cell NMC



Source: Avicenne Energy 2021

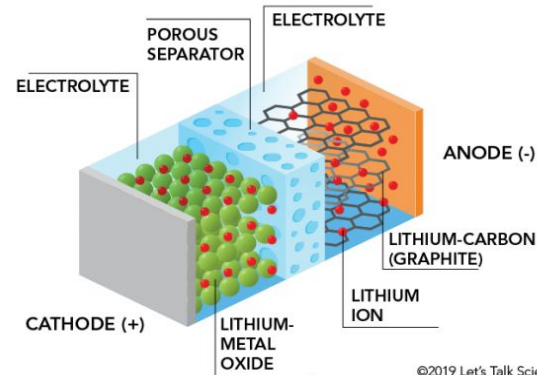


Source: A Bottom-Up Approach to Lithium-Ion Battery Cost Modeling with a Focus on Cathode Active Materials (2019)

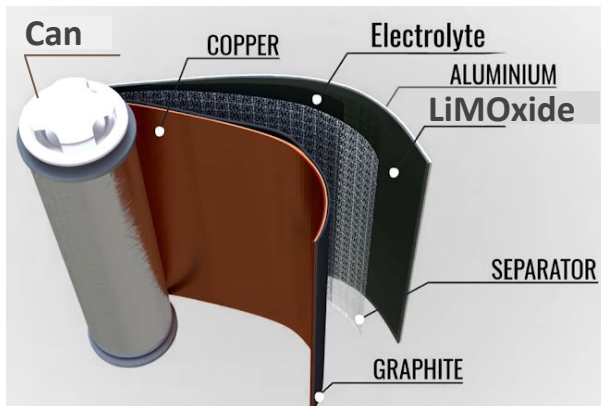
Fabricación - celdas Li-ion

Más complejo, si se tiene que hacer:

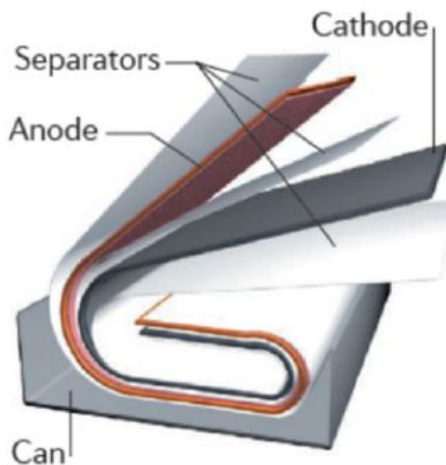
- a gran escala
- y con precios competitivos



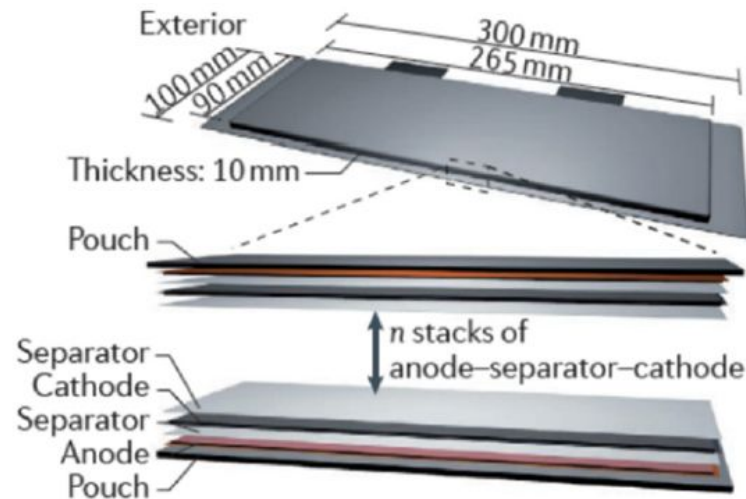
Cilindrica



Prismatica

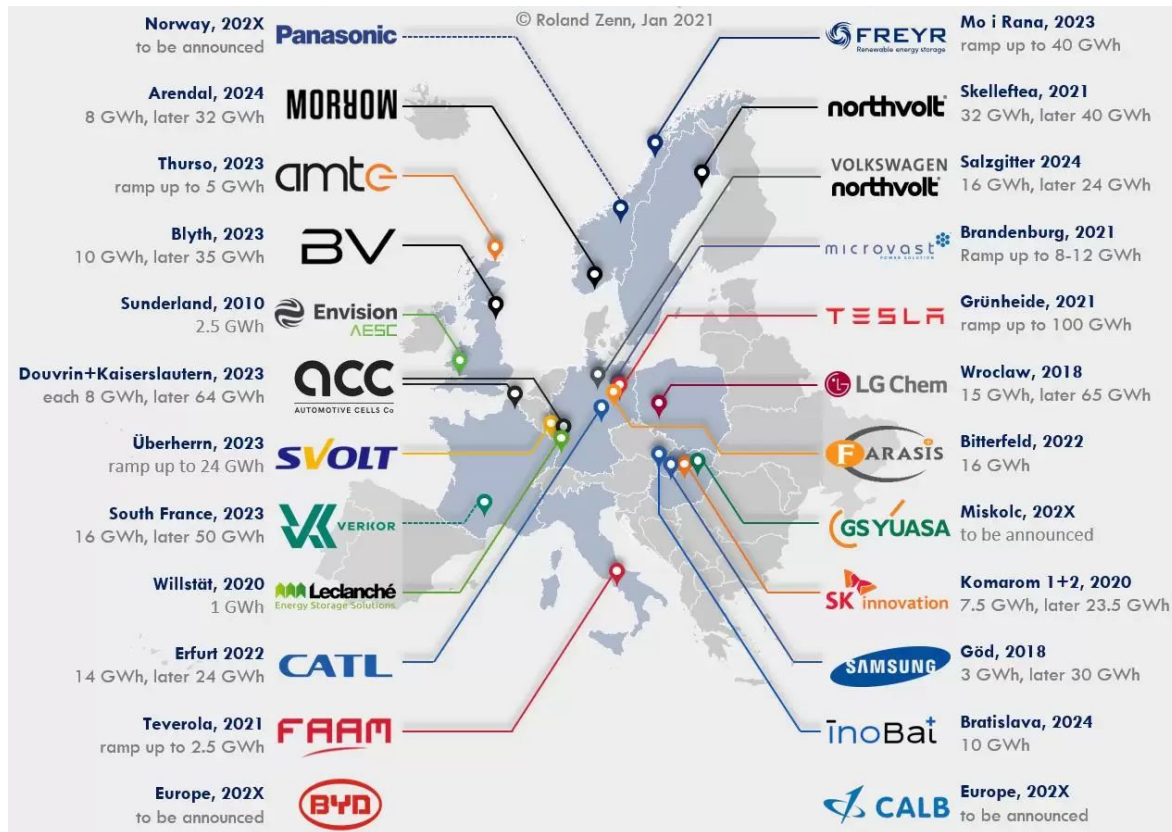


Pouch



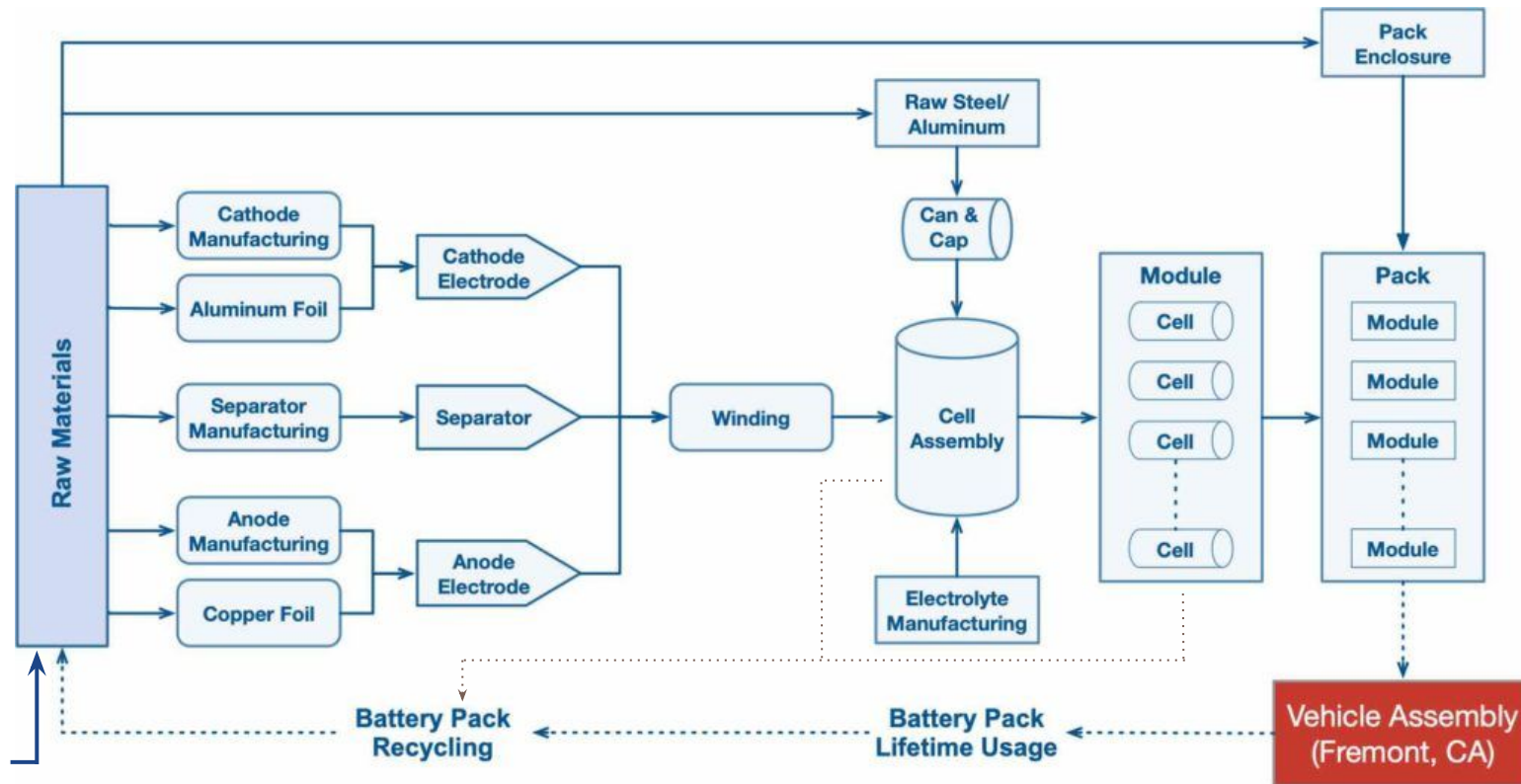
Producción - Gigafactory - Europa

Desde pocos GWh en **2020** hasta 100-150 GWh en **2023** y 450 GWh en **2028**



Producción - Gigafactory

Eficiencia de los procesos y integración vertical son imprescindibles



Bajar coste
< 100 \$/kWh

- Velocidad
- Automación
- Eficiencia
- Coste energía
- Chatarra y Reciclo
- Flujo materias primas
- Integración vertical

- **Baterías sostenibles (5)**

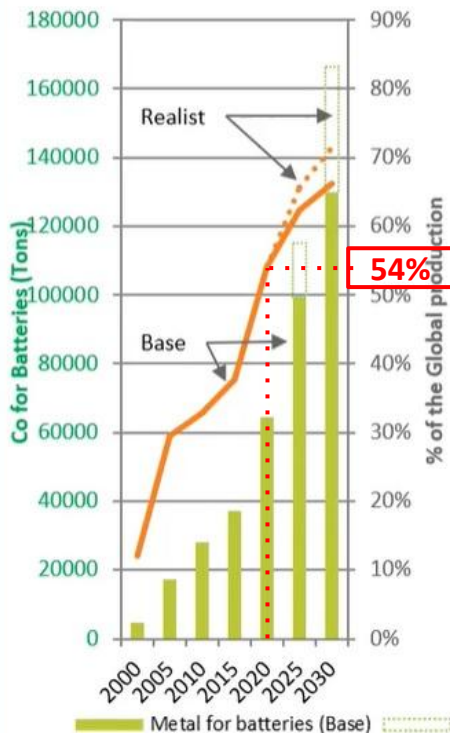
- Materias primas
- Reciclo y economía circular
- Emisiones e impactos

1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. Coste de la batería
4. **Baterías sostenibles**
 - **Materias primas**
 - **Reciclo y economía circular**
 - **Emisiones e impactos**
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. Conclusiones

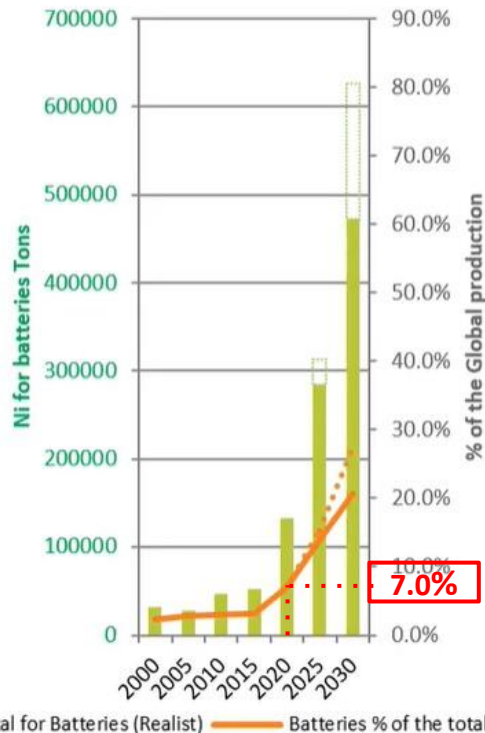
Creciente demanda de Cobalto, Niquel y Litio

... y con fuertes dependencia de Europa de las importaciones

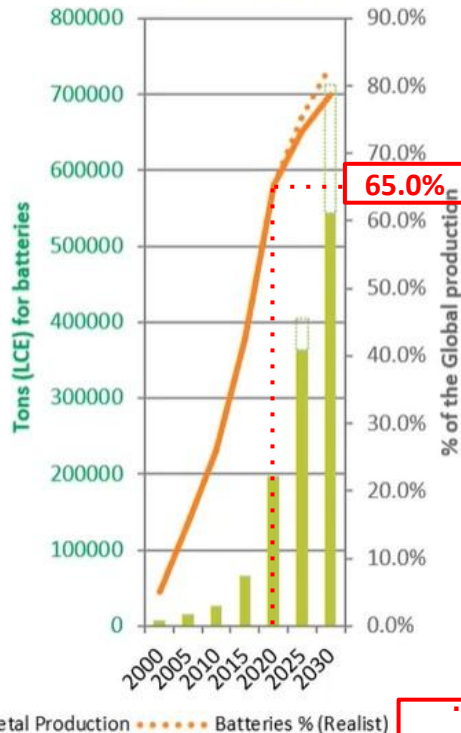
Cobalt



Nickel



Lithium



garantizar el acceso a materias primas críticas en Europa

Reducción demanda de importación:

• Reciclo

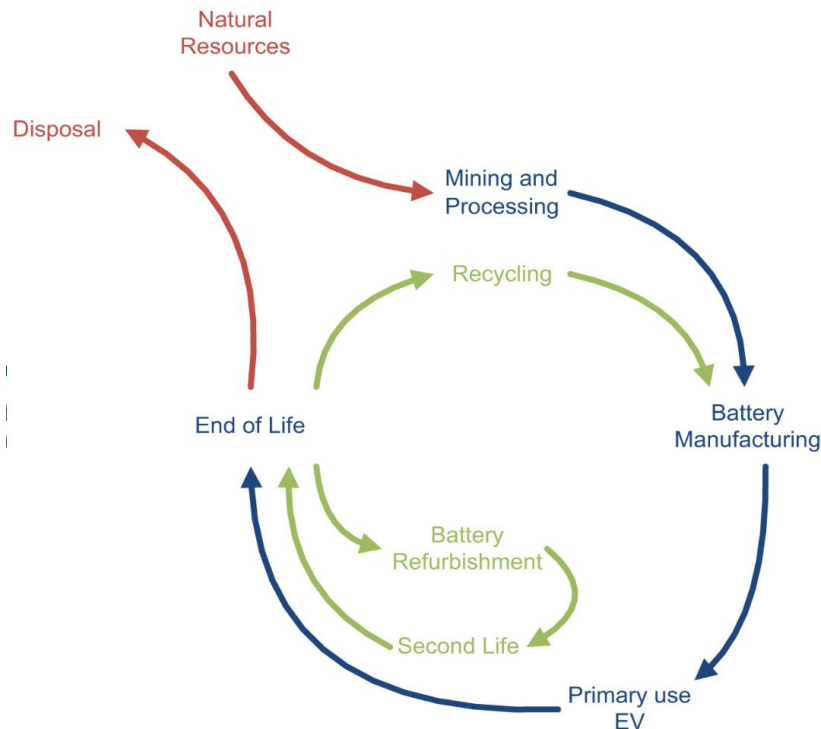
Incremento oferta local:

• Minería en Europa

... Valores 2020

Reciclo y economía circular

- Mantener valor de productos y materiales en el bucle durante más tiempo posible
- Evitar extracción de materias primas en minería.



- **Reciclado**

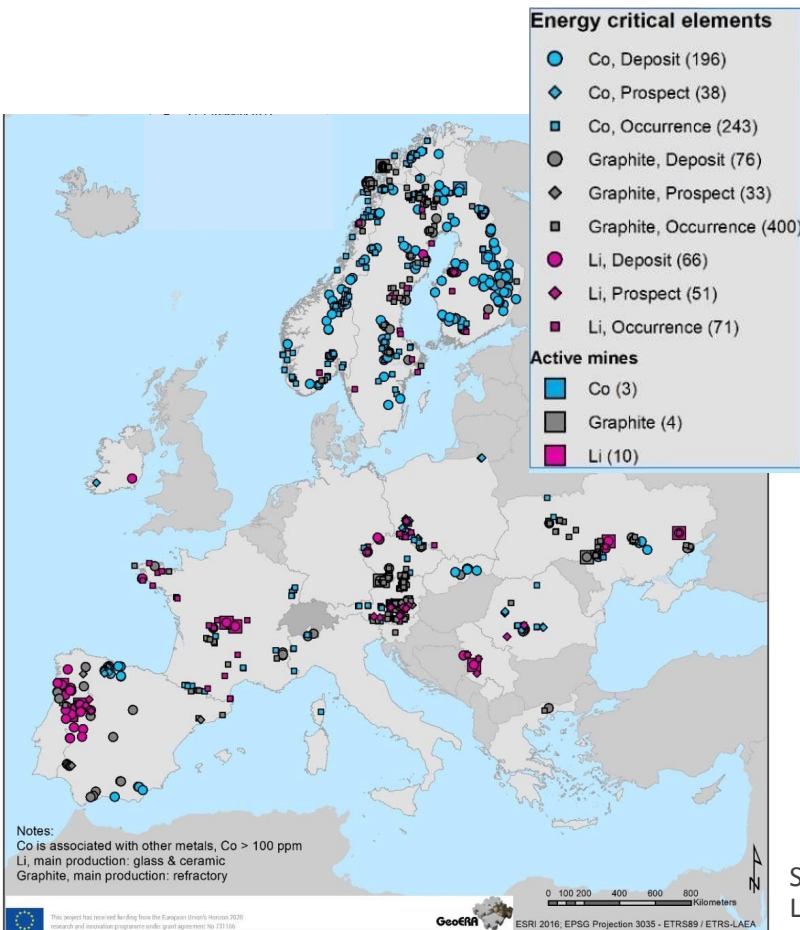
- Posible recuperar Ni, Co, Li, Graphite
- **I+D+i** son claves
- **Eficiencia** de procesos
- **Límites Termodinámicos** << 100 %

- **Durabilidad**

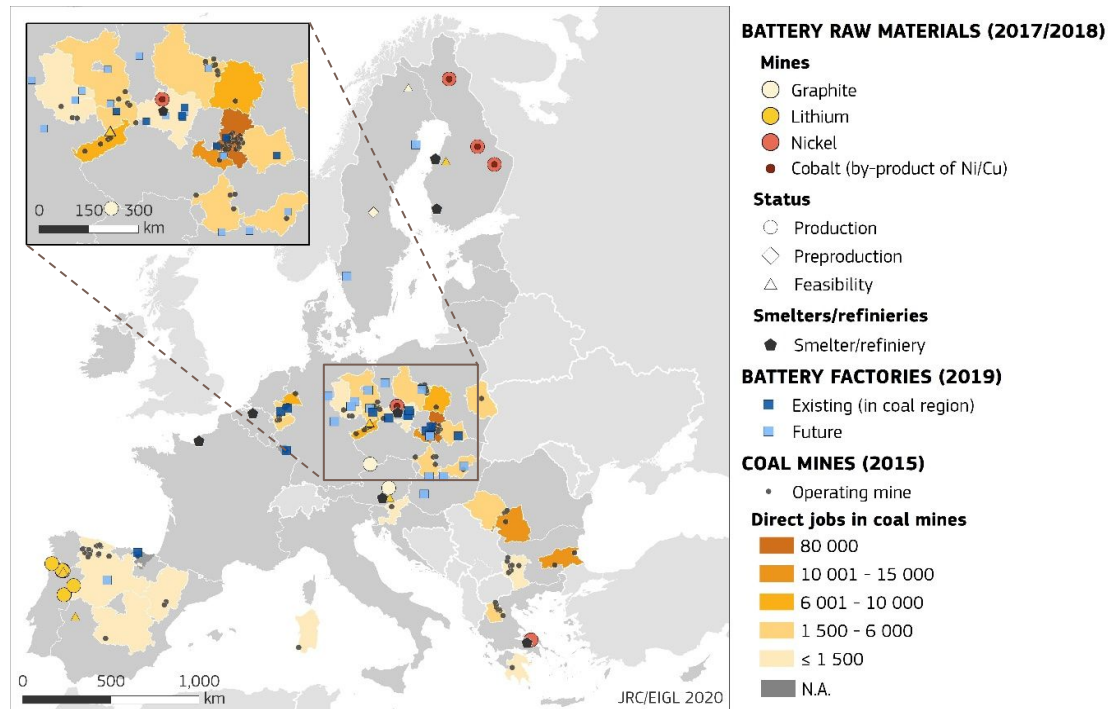
- **Segundo uso** de baterías en aplicaciones estacionarias

- **Dudas:** Recuperar materiales para uso más eficientes?
- Sin embargo ya **hay negocios** en marcha
- **Barreras** legales (e.g. traspaso de responsabilidad ampliada)

Producción doméstica (en EU)



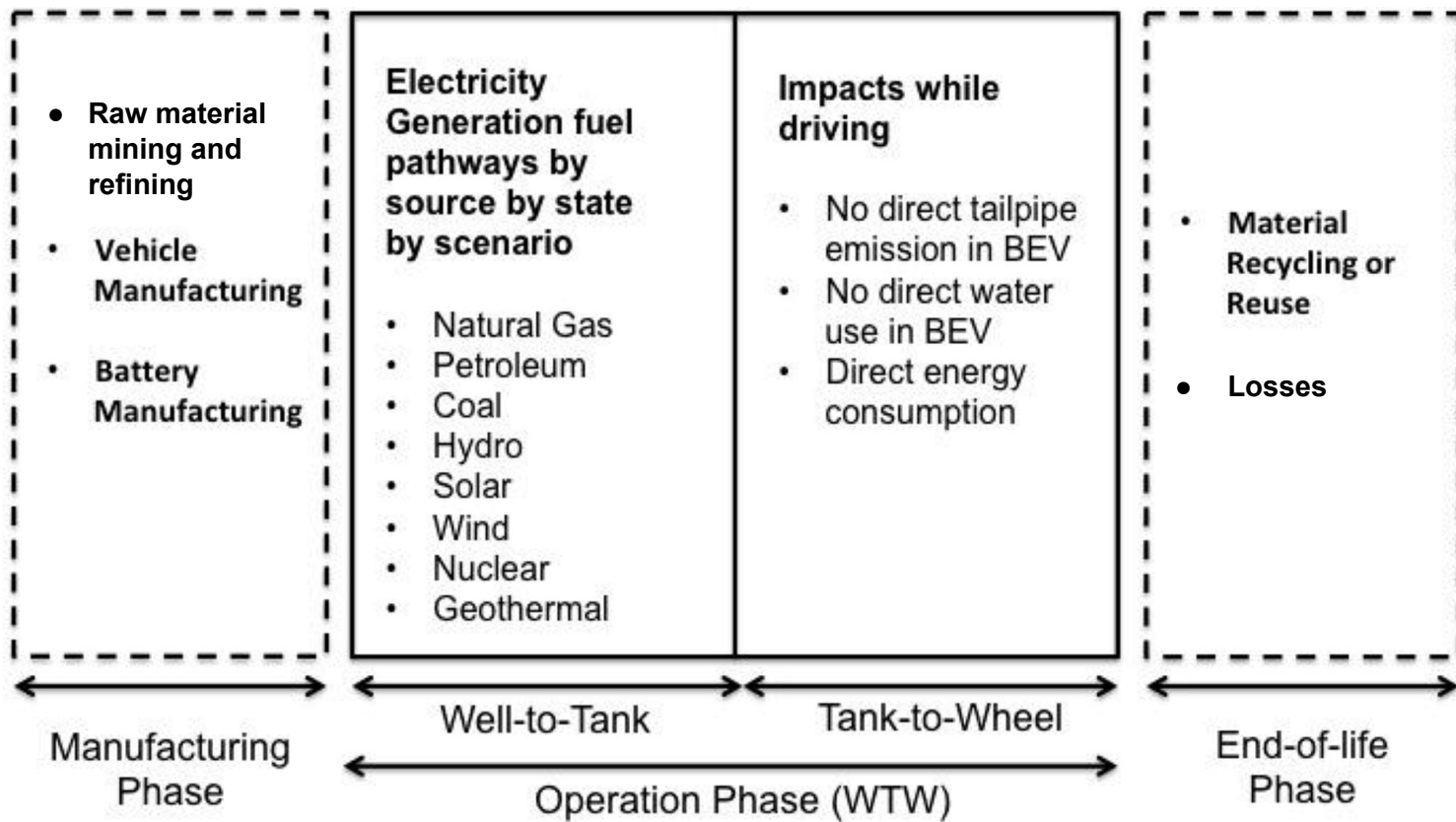
Source: Blengini, G. A., et al. (JRC) "Recovery of critical and other raw materials from mining waste and landfills." Publications Office of the European Union, Luxembourg (2019).



Source: FRAME H2020 - Map of Energy Critical Elements. Cobalt, Lithium and Graphite. Preliminary results - May 2019

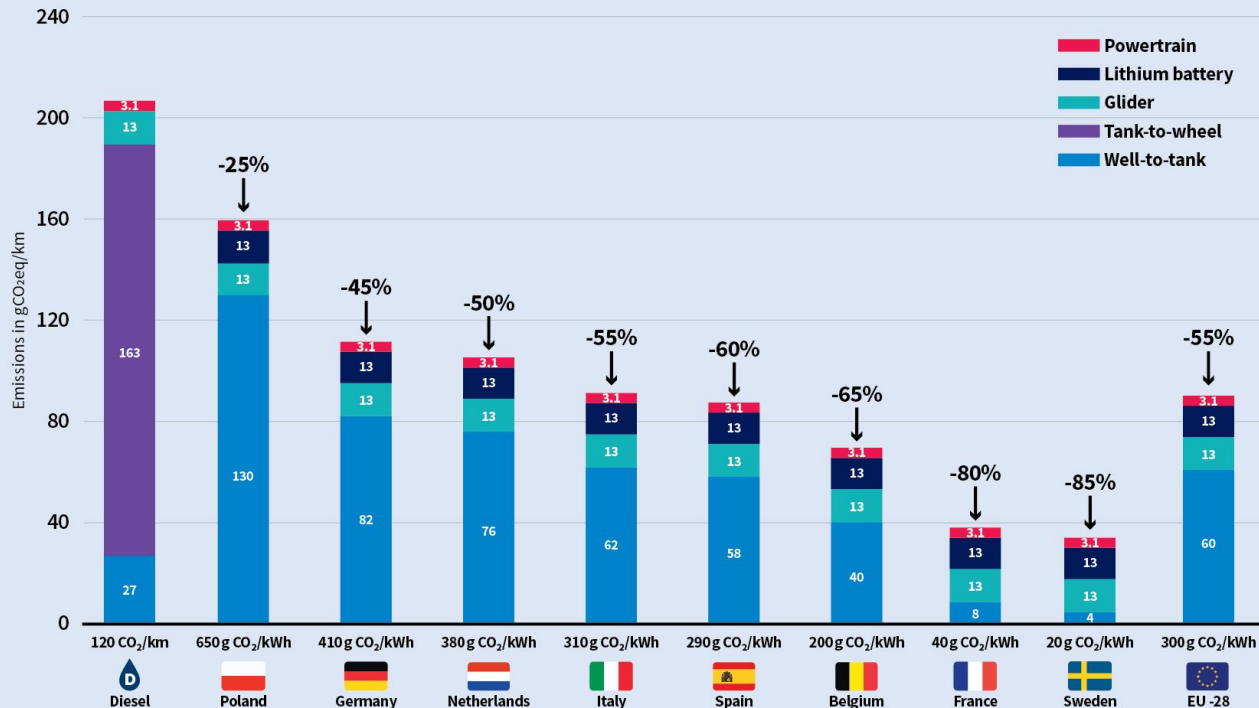
Sostenibilidad baterías - Emisiones e impactos

Es clave analizar los impactos a lo largo de la cadena de valor de la batería - Fases



Emisiones e impacto. Comparación EV versus ICE (1)

Electric vehicles' climate impact in different energy mixes



- Vehicle life: 200.000 km
- Glider: 1200 kg
- EV efficiency: 20 kWh/100 km
- Battery: 30 kWh (LMO)
- Battery replacement: X 1,5
- Diesel: 120 gCO₂/km (NEDC) + 35% (real)
- EU 28 mix of 2015: 300gCO₂/kWh

- **Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio**

1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. Coste de la batería
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. **Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio**
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. Conclusiones

Marco regulatorio: Global, Europeo



COP21 • CMP11
PARIS 2015
 CONFERENCIA DE NACIONES UNIDAS
 SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO 2015



Raw and advanced materials	Battery cells	Battery systems	Recycling and sustainability
ACIS Arkema Borealis Ferroglobe Fluorsid Green Energy Storage Hydromet Italmat Chemicals Keliber Prayon SGL Carbon Solvay Tokai Carbon Group VARTA Micro Innovation	Alumina Systems BMW Cellforce Group ElringKlinger FCA Green Energy Storage InoBat Auto InoBat Energy InoBat Power InoBat Systems InoBat Technologies Sunlight Systems Tesla VARTA Micro Innovation	ACIS Alumina Systems AVL BMW Endurance Enel X Energo Aqua FCA FIAMM Green Energy Storage InoBat Energy InoBat Power InoBat Systems InoBat Technologies Midac Rimac Automobili Rosendahl Nextrom Skeleton Technologies Sunlight Systems Tesla VARTA Micro Innovation Voltlabor	Borealis Enel X Engitec FIAMM Form Hydromet Italmat Chemicals Keliber Liofit Little Electric Cars Midac SGL Carbon Tesla Valmet Automotive Zebra VaV

Propuesta nuevo reglamento baterías

10 Diciembre 2020 - entrada en vigor prevista para final 2021

Propone requisitos obligatorios sobre:

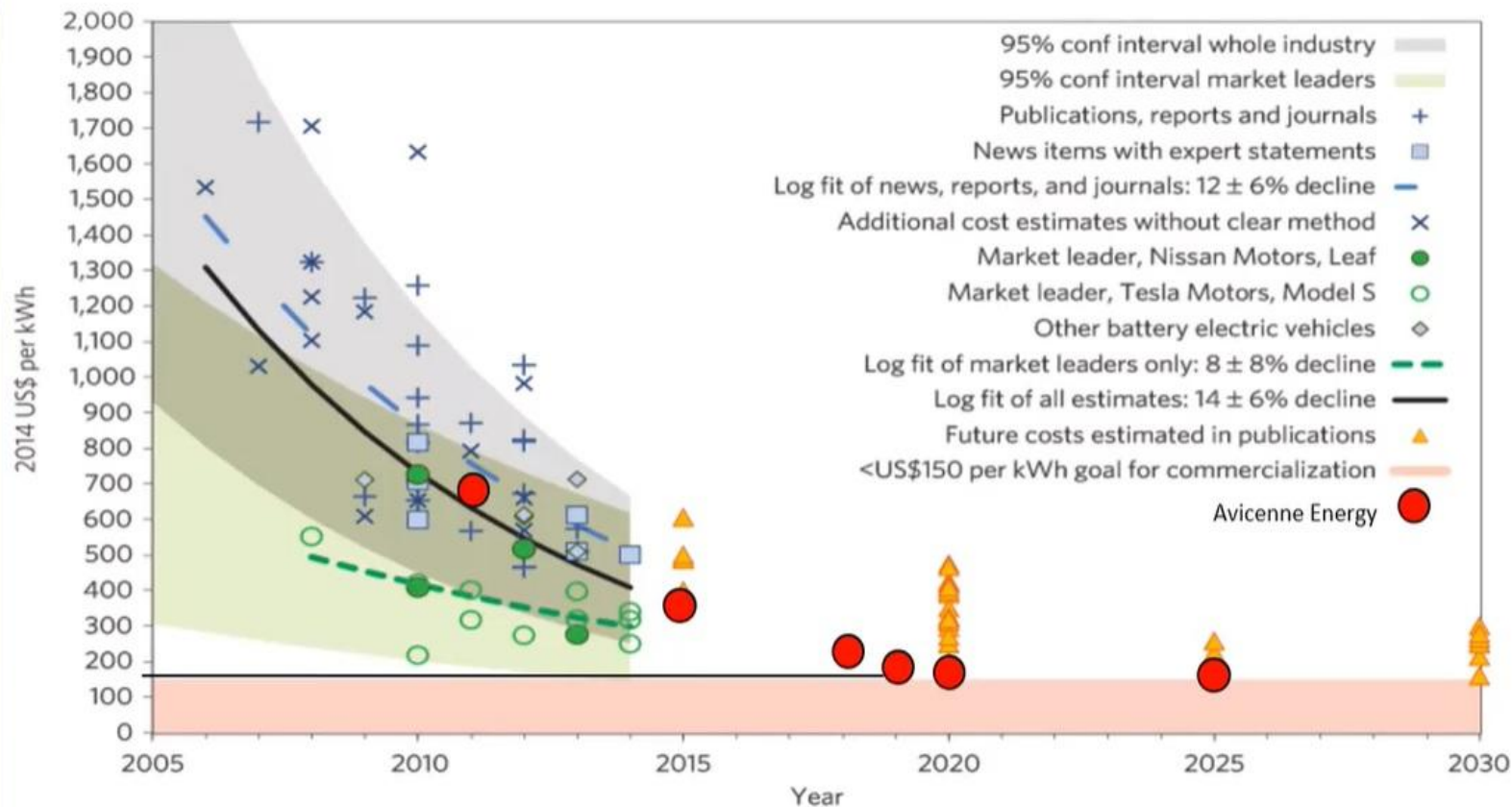
- sostenibilidad y seguridad
 - huella de carbono
 - contenido reciclado mínimo
 - criterios de rendimiento y durabilidad, parámetros de seguridad
- etiquetado e información
- gestión del final de la vida útil
 - transferencia responsabilidad ampliada del productor y segundo uso
 - objetivos y obligaciones de recogida
 - objetivos de eficiencia del reciclado y niveles de materiales recuperados
- intercambio electrónico de información
 - Pasaporte de la batería



- ¿Qué nos reserva el futuro?

1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. Coste de la batería
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. **¿Qué nos reserva el futuro?**
7. Conclusiones

Proyecciones coste batería



Futura tecnologías

Estado del arte y TRL - Años para comercialización



- Mejorar densidad energéticas
- Más potencia
- Durabilidad
- Menor dependencia de materiales críticos
- Mayor reciclabilidad
- Procesos de fabricación sencillos

← — — Li Air; 10 años

← — — Li S; 5 - 10 años

← — — Li-ion: Li anode, Solid state; 5 años

← — — Redox-Flow;
2-3 años

Li-ion: Gr+Si, Low Co;
2-3 años

- **Conclusiones**

1. Vehículos eléctricos. Buscar las diferencias
2. Prestaciones vehículo eléctrico y rol de la batería
3. Coste de la batería
4. Baterías sostenibles
 - Materias primas
 - Reciclo y economía circular
 - Emisiones e impactos
5. Iniciativas Unión Europea y marco regulatorio
6. ¿Qué nos reserva el futuro?
7. **Conclusiones**

Conclusiones

- **Diseño y gestión** de las baterías es fundamental para optimizar prestaciones del vehículo eléctrico
- **Lithium-ion** es la tecnología que hasta el 2030 nos acompañará en la movilidad eléctrica
- **Tendencia a corto plazo:**
 - Reducción o sustitución del Co, más Ni, LFP con diseño innovadores, más Si en ánodo
- **Gigafactory e integración vertical** son clave para abaratar costes
- Asegurar acceso a **materias primas** y reducir la dependencia de Europa de las importaciones es clave
- Las ventajas ambientales del **EV con respecto al ICE** son evidentes
- **Europa** ha puesta en marcha muchas iniciativas para crear una **industria europea de la batería sostenible y competitiva** y sustentar la **industria europea del auto**



Muchas gracias por su atención



Franco Di Persio: Tel.: [+34] 976 976 859 fdipersio@fcirce.es

www.fcirce.es