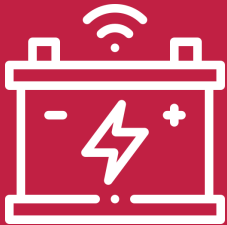


INFORME DE VIGILÀNCIA
TECNOLÒGICA



Reutilització i Reciclatge de Bateries de Vehicles Elèctrics

hubb**30.**

INFORME DE VIGILÀNCIA TECNOLÒGICA

Reutilització i Reciclatge de Bateries de Vehicles Elèctrics

Autors

Hafsa El Briyak Ereddam, Parc de Recerca UAB

Martin Nicolas Buffa Dunat, Oficina de Valorització i Patents UAB

Julia Riquelme Gargallo, Eurecat

Amb la col·laboració de **Lluc Canals Casals**, UPC (Universitat Politècnica de Catalunya)



UAB Parc de Recerca
Av. de Can Domènech s/n -Edifici Eureka - Campus UAB
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona · Espanya
www.hubb30.cat

hubb30.

Una iniciativa de:



Amb el suport de:



1

Visió de síntesi sobre innovació i tendències en la Reutilització i Reciclatge de Bateries de Vehicles Elèctrics

La creixent preocupació pel **canvi climàtic i l'eficiència energètica**, juntament amb l'augment constant dels **preus dels productes derivats del petroli** i el desenvolupament de **tecnologies d'emmagatzematge i de consum d'energia**, han accelerat el ritme de transició dels motors d'automoció basats en combustibles fòssils als motors de baixes emissions o zero emissions, és a dir, als **Vehicles Elèctrics (VE)**.

El vehicle elèctric es considera una alternativa de mobilitat sostenible i respectuosa amb el medi ambient, atès que pot alimentar-se d'energia neutra en carboni. En l'actualitat, s'estima que **circulen 16 milions de vehicles elèctrics** a tot el món, i consumeixen aproximadament 30 tera watts-hora (TWh) d'electricitat a l'any¹.

Un mercat dinàmic i creixent

Malgrat la reducció del mercat global de l'automòbil el 2020 per la **COVID-19**, la indústria dels **vehicles elèctrics** es de les poques que no es va veure afectada i va superar les prediccions amb unes vendes de 3 milions, que representen el 4,1% de les vendes totals d'automòbils. El creixement s'accelera fins als **6,6 milions el 2021** - 120% -, representant prop del **9% del mercat mundial d'automòbils**. No obstant això, les vendes no avancen de manera equitativa a escala mundial.

Any	2019	2020	2021
Vendes mundials VE	2,2 Milions	3 Milions	6,6 Milions
% de les vendes totals d'automòbils	2,5%	4,1%	9%
Creixement percentual de les vendes	-	64%	120%
Quota de mercat mundial	2,49%	4,11%	8,57%

Europa i la Xina lideren el mercat del Vehicle elèctric

La Xina, Europa i els Estats Units representen el 90% de les vendes totals, mentre que, els altres mercats representen menys del 2%, atès a l'elevat preu dels cotxes elèctrics i la manca d'infraestructura de càrrega, que suposen motius clau per a la lenta adopció.

A Europa, les vendes dels vehicles elèctrics van superar les vendes dels cotxes dièsel² i van augmentar gairebé un 70% el 2021 fins als 2,3 milions, incentivades en gran part pels nous estàndards d'emissions de CO2 que tenen com a objectiu posar fi a la venda de cotxes de combustió de cara l'any 2035 (Zones de baixes emissions, impostos, etc.); **les subvencions a la compra de vehicles elèctrics** i pel creixement de la infraestructura de punts de càrrega. Alemanya va

¹ International Energy Agency. (2022). IEA - Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>.

² ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

registrar, amb diferència, la quota de mercat més alta, seguida del Regne Unit i França (15%), Itàlia (8,8%) i Espanya (6,5%)³.

Les previsions de creixement dels vehicles elèctrics són força positives, però hi ha senyals d'avertència importants procedents de la cadena de subministrament, principalment **fluctuacions en els preus** i la possible **escassetat dels minerals** necessaris per fabricar les bateries. Per exemple, el 2021 el preu del carbonat de **liti** va augmentar un 150% interanual, el níquel un 25% i el grafit un 15%.

Bateria del Vehicle Elèctric

Les bateries són sistemes d'emmagatzematge que acumulen energia i aconsegueixen crear una càrrega elèctrica⁴ que es transmet al motor elèctric pel funcionament del vehicle. La bateria d'ió de liti és la més estesa gràcies a la seva alta **densitat energètica, baix pes, alta consistència i llarg temps de servei** – entre 8 i 12 anys de vida útil-. A més de tenir un **paper clau** en la descarbonització de l'economia i permetre una cadena de valor més responsable i justa.

La UE ha establert l'objectiu de reduir del 40% (Nivells de 1990) al 55% les **emissions contaminants** per al 2030. Gràcies a la seva capacitat de promoure una **sostenibilitat competitiva i una mobilitat ecològica**, les bateries tindran un paper clau per complir aquests propòsits.

En relació al **mercats global** de les bateries, s'espera que arribi als 91.900 M\$ el 2026, representant un creixement anual acumulat del 14,6%. El 2020 el preu de les bateries va experimentar una **caiguda del 85%** respecte al 2011, fins a arribar als 137 \$/KWh⁵, una davallada estimulada pel creixement de la demanda de vehicles elèctrics, les necessitats energètiques globals i els danys ambientals.

Cadena de valor de les bateries d'ió de liti:

- **Materials i components:** els proveïdors proporcionen materials i components de bateries (ànode, càtodes, electròlits, membranes i separadors) per complir els requisits relacionats amb la fabricació de les cèl·lules d'ions de liti.
- **Fabricació de cèl·lules:** els fabricants de cèl·lules combinen components bàsics per produir cèl·lules segons la demanda dels fabricants de bateries.
- **Muntatge de bateries:** s'utilitzen les cèl·lules per fer paquets de bateries segons cada aplicació i els requisits del producte.
- **Integració de la bateria:** els fabricants del vehicle elèctric integren els paquets de bateries als seus productes i els envien als concessionaris/proveïdors de serveis de productes.
- **Servei de distribució:** aquests proveïdors de serveis de productes venen vehicles elèctrics als consumidors o substitueixen les bateries dels seus vehicles.

Economia Circular

- **Servei i recollida:** els fabricants de bateries o empreses de reciclatge recullen les bateries

³ International Energy Agency. (2022). IEA - Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>

⁴ ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

⁵ ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

que han arribat al final de la seva vida útil i actualitzen el segell de temps de la bateria al reciclatge de la bateria.

- **Classificació de bateries:** els centres de classificació de bateries separen les bateries segons la seva tecnologia (tipus de cel·la) i la mida del paquet.
- **Comprovació de la qualitat de la bateria:** durant aquest procés, els paquets de bateries reutilitzables i reciclables es separen. Les bateries reciclables s'envien per al seu desmantellament i les bateries de segona vida s'envien als fabricants de bateries o als proveïdors d'aplicacions de segona vida.
- **Desmantellament de la bateria:** els desmuntadors de bateries retiren el paquet de bateries en materials reciclables i els transfereixen per a un posterior processament.
- **Refinament del material de la bateria:** les plantes de reciclatge fonen les bateries per obtenir materials preciosos i les remeten als fabricants de cèl·lules per a la seva reutilització.
- **Abocador:** els materials no reciclables s'aboquen als abocadors autoritzats.

L'esgotament dels recursos naturals posa de manifest el reciclatge

Tanmateix, existeix una gran incertesa sobre la disponibilitat futura del liti, que està present en els ànodes i càtodes de les cel·les que componen la **bateria**. Es preveu que la demanda de liti per a la producció de bateries es **multipliqui per deu** entre 2020 y 2030⁶, un creixement exponencial que excedeix al ritme de creixement de l'oferta. A més, els dipòsits de liti es troben concentrats geogràficament en pocs països: s'estima una disponibilitat de 31,1 TM⁷ de liti a tot el món⁸, la qual cosa alerta sobre l'assequibilitat d'aquestes matèries primeres des d'un punt de vista ambiental, i posa de manifest que la satisfacció de la demanda de la indústria de bateries i de vehicles elèctrics només es pot aconseguir si es tenen en compte les **tecnologies de reciclatge sostenibles per recuperar minerals crítics**.

Per consegüent, el reciclatge ja no és una opció sinó una necessitat ineludible. La recuperació de les matèries primeres essencials millorarà la gestió de la seva cadena de subministrament, **limitarà la dependència** i la necessitat d'explotar recursos, **reduirà el consum d'energia** i contribuirà a **reduir l'impacte ambiental**, ja que la mineria i el processament de minerals són un procés molt esgotador pel planeta. En síntesi, el reciclatge es considera òptim i beneficiós per a tot l'ecosistema. No obstant, la consciència sobre la responsabilitat social del reciclatge de bateries encara s'està formant en molts països i requereix un esforç conjunt de persones i responsables polítics.

Segons dades de la Comissió Europea, només a la **Unió Europea** es generen cada any **1,9 milions de tones de bateries**⁹ que han arribat al final de la seva vida útil. En aquest sentit, la directiva del Parlament Europeu sobre bateries (2006/66/EC)¹⁰, té com a objectiu principal minimitzar els impactes ambientals negatius dels residus de bateries, contribuint a la protecció, preservació i millora de la qualitat del medi ambient. S'està treballant en la seva actualització per tal de garantir que aquestes puguin ser reutilitzades o reciclades al final de la vida útil.

6 Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA). (2022). CRITICAL MATERIALS FOR THE ENERGY TRANSITION: LITHIUM. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Technical-Papers/IRENA_Critical_Materials_Lithium_2022.pdf

7 Tones mètriques

8 Sania Alam, Syeda. (2021). Vehicle Battery Recycling.

9 Fuentes, Victoria. (2021). El 'boom' de las plantas de reciclaje de baterías en Europa baila al son del coche eléctrico. <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/boom-plantas-reciclaje-baterias-europa-baila-al-coche-electrico>

10 Diari Oficial de la Unió Europea. (2006). DIRECTIVA 2006/66/CE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006L0066&from=EN>

Aquestes polítiques pretenen **regular tot el cicle de vida de les bateries**, obligant els fabricants a ser responsables de l'impacte ambiental dels seus productes i finançar els costos de recollida, tractament i reciclatge de totes les bateries. Les empreses del sector es veuran impulsades a cooperar i a invertir en el desenvolupament d'una infraestructura sòlida de recollida i reciclatge. S'estima que 12,85 milions de tones de bateries de liti de vehicles elèctrics arribaran al final de la seva vida útil entre el 2021 i el 2030¹¹.

3 processos per a la recuperació dels metalls

Les existents tècniques de reciclatge de bateries d'ió de liti són molt cares i encara estan en el procés de maduració. El cost de reciclatge d'una bateria és de 1€/kg (10 €/quilowatt-hora)¹²; tres vegades superior al que es pot esperar de vendre els materials recuperats al mercat.

Actualment, les bateries es poden reciclar mitjançant **diferents tecnologies** o processos d'extracció química que contribueixen - soles o en combinació - a la **recuperació dels minerals crítics** com el níquel, cobalt, coure o el liti. Aquests s'utilitzaran per produir nous materials necessaris pel desenvolupament de sistemes d'emmagatzematge d'energia i **reduir el risc d'interrupció de la cadena de subministrament**:

- **Pirometal·lúrgia:** és el procés més emprat en les indústries, ja que és curt i més fàcil d'escalar. Implica la fusió dels components de la bateria en escòries, que s'utilitzen per a un processament posterior. L'inconvenient d'aquesta tècnica és que els nivells de puresa són baixos, la qual cosa limita la reutilització de materials per a la fabricació de bateries.
- **Hidrometal·lúrgia:** el metall del mineral s'extreu amb l'ajuda d'una solució aquosa. Tot i ser més car i llarg, produeix material refinat i pur, apte perquè sigui usat per a la fabricació de bateries.
- **Reciclatge directe:** és un procés físic que implica la separació de les cèl·lules, la ruptura, la passivació i la separació del material. Aquest mètode ha demostrat resultats prometedors per a diversos materials de càtode que es poden afegir a la cadena de subministrament sense alterar la composició química de la bateria.

Cal remarcar que és de gran importància avaluar el **perill i l'efecte ambiental** de les tecnologies de reciclatge de bateries, atès que cap procés de reciclatge serà efectiu si contribueix a generar més emissions de gasos nocius i perjudicials pel medi ambient, la salut i la seguretat. Així doncs, les tecnologies de reciclatge han de permetre reduir les emissions de CO₂, **mitigar l'efecte del canvi climàtic** i permetre una **economia circular**.

Tot i els esforços per reduir el cost del reciclatge i generar major valor econòmic, el valor de les matèries primeres que es poden recuperar és només al voltant d'un terç del cost del reciclatge, per la qual cosa actualment no és una proposta atractiva i econòmicament viable, a causa de diversos **reptes** i incerteses en la cadena de valor, com per exemple:

- **Les fluctuacions en els preus dels materials:** si els preus de les matèries primeres baixen, el material reciclat tindrà dificultats per competir amb les matèries primeres.
- **Diferent química de bateries:** les bateries d'ió de liti utilitzen càtodes diferents i les

11 Greenpeace. (2020). Electric Vehicle Battery. <https://www.greenpeace.org/eastasia/press/6175/greenpeace-report-troubleshoots-chinas-electric-vehicles-boom-highlights-critical-supply-risks-for-lithium-ion-batteries/>

12 Frost and Sullivan. (2019). Growth Opportunities in the Circular Economy for Global Electric Vehicle Battery Reuse (Second-life) and Recycling Market, Forecast to 2025 Reuse Currently Dominates the Market with Recycling Expected to Significantly Drive Market Growth from 2021 Onwards.

proporcions químiques dins d'un tipus de càtode poden variar substancialment entre els fabricants.

- **Un disseny de bateria variat:** l'estructura del paquet de bateries complica encara més els esforços de reciclatge; les bateries estan dissenyades per ser compactes, però els seus dissenys poden variar segons els fabricants.
- **La qualitat dels minerals:** els minerals crítics que es recuperen han de ser d'alta quantitat perquè puguin competir amb el material verge. És fonamental garantir la fiabilitat dels materials reciclats.
- **Recollida i transport de bateries:** les bateries d'ions de liti són **altament reactives** i tenen un alt risc d'explosió a causa de la presència de cèl·lules d'ions de liti d'alta densitat i elements d'electròlits inflamables. Això fa que el procés de recollida i transport sigui crític i augmenta els costos de transport.
- **Nou sistema de propulsió:** el llançament de diferents tipus de tecnologia de bateries i nous sistemes de propulsió de vehicles (piles de combustible d'hidrogen), obligarà a la indústria seguir el ritme mitjançant l'aprenentatge i la formació.
- **Absència de polítiques i marcs normatius per a l'autorització d'empreses de reciclatge:** l'absència d'un marc normatiu actua com una restricció empresarial.

L'economia del reciclatge també s'enfronta a preocupacions o barreres clau per al progrés:

- **Preocupacions mediambientals:** el reciclatge de les bateries d'ió de liti han d'aconseguir un equilibri entre l'eficiència de costos i la sostenibilitat ambiental.
- **Preocupacions relacionades amb el desenvolupament tecnològic:** a mesura que la química de les bateries evoluciona, les empreses de reciclatge han de poder gestionar qualsevol incertesa amb rapidesa i eficàcia.
- **Preocupacions de costos:** les bateries de liti es classifiquen com a materials perillosos; per tant, s'han d'establir normes clares per a la manipulació i el transport segurs. També s'han de definir estàndards per a la documentació, l'etiquetatge, l'embalatge i l'enviament; Els quals incrementaran encara més els costos d'enviament i transport.
- **Preocupacions normatives:** les normatives de reciclatge de bateries d'ió de liti s'han d'actualitzar amb freqüència per seguir el ritme de les tendències canviants.

**La reutilització:
una oportunitat
per extreure valor
dels recursos
existents i
endarrerir el
reciclatge i
l'eliminació**

La solució per absorbir la massa de bateries que han arribat al final de la seva vida útil probablement no es trobarà en el reciclatge, almenys a curt i mitjà termini. Desenvolupar una **segona vida** per a aquests actius, en canvi, maximitzarà el seu valor i alhora donarà al sector del reciclatge més temps per estructurar-se, guanyar força i aconseguir el model de rendibilitat.

L'allargament de la vida útil de la bateria també contribueix a **reduir els residus i l'explotació dels recursos**. L'augment de la reutilització de les bateries al final de la seva vida útil juntament amb regulacions i polítiques governamentals clares i estrictes tindran un paper important per reduir les barreres, salvar la bretxa entre el sector del transport i l'energia i garantir pràctiques responsables, equitatives i sostenibles.

Les bateries dels vehicles elèctrics al final de la seva vida útil es consideren no aptes per a l'ús del cotxe després de la pèrdua del 20% o 15% de la seva capacitat inicial. Per permetre la **transició a una economia circular**, els components o la capacitat restant de la bateria es poden utilitzar a generar noves bateries o en una **indústria alternativa** que no requereix una alta densitat de corrent o densitat d'energia del paquet de bateries, duplicant així el seu cicle de vida a uns **15 - 20 anys útil**:

- Bateries de recanvi de baix cost per als cotxes elèctrics més antics
- Comerç d'energia i electricitat
- Off Grid / Micro Grids
- Emmagatzematge estacionari
- Sistemes d'emmagatzematge d'energia renovable
- Comerç i Indústria
- Propulsió de vehicles
- Càrrega de vehicles elèctrics
- Electrònica
- Centres de processament de dades
- Torres de telecomunicacions
- Residències

Un mercat en auge

La transició cap a una economia circular augmentarà la **productivitat, estabilitzarà el mercat laboral** i proporcionarà **matèries primeres valuoses** per alimentar les cadenes de subministrament.

El **mercado global de reutilització i reciclatge de bateries de vehicles elèctrics** se situava en **61,5 milions de dòlars** el 2018 i s'espera que arribi als 7.809,1 milions de dòlars el 2025, registrant una taxa de creixement anual acumulada del 99,8%. Pel que fa **al mercat europeu**, es van generar uns ingressos d'11,4 milions de dòlars el 2018 i s'estima que assoleixi els 2.101,6 milions de dòlars el 2025, registrant un CAGR del 110,7%¹³.

L'objectiu principal de la indústria de les bateries, és el desenvolupament de bateries avançades amb una **densitat d'energia més alta**, un **pes lleuger** i un **cost reduït**. A més, el creixent èmfasi en la seguretat - risc d'incendi- ha posat el focus, encara més, en el desenvolupament de bateries d'ió de liti **d'estat sòlid**, que requereixen menys quantitat de matèries primeres necessàries i són més senzilles de reciclar.

Automatització i intel·ligència artificial per a processos eficients

Perquè el reciclatge sigui **fàcil i eficient**, els productors de bateries s'estan centrant a adoptar dissenys modulars, estandarditzats i fàcils de desmuntar, a més de compartir informació sobre les interfícies dels sistemes de control de bateries i els protocols de comunicació. Però, no es pot deixar de banda que la recerca en **nous processos i tecnologies de reciclatge** és necessària per reduir la petjada ambiental i fer front a les limitacions existents, com per exemple els processos que estan dissenyats específicament per recuperar un element concret o les dificultats per verificar la recuperació de materials crítics.

L'automatització suposa una via clau per la classificació i el desmuntatge de bateries dels vehicles elèctrics. Tenint en compte els grans volums de VE que circulen i circularan en les carreteres, la robòtica cognitiva reduirà el temps de cicle del reciclatge de manera exponencial.

Així mateix, la integració dels algoritmes basats en la **intel·ligència artificial i l'aprenentatge automàtic** al sistema de desmuntatge garantirà el reconeixement correcte de les peces i juntes de la bateria per a una correcta operació de desconnexió i extracció de peces. També garantirà una presa de decisions automàtica i encertada i una planificació o correcció de la ruta del procés en funció del disseny de la bateria.

¹³ En definitiva, tot i les dificultats, la reutilització i el reciclatge de bateries de VE ajuda a fer front a la contaminació ambiental, reduir la dependència dels recursos naturals i contribueix a la sostenibilitat de l'ecosistema, l'economia i els éssers humans.

Per una altra banda, aquestes tecnologies de la indústria 4.0, impulsaran l'obtenció de mètodes de prova rigorosos per determinar **l'ús de segona vida** de les bateries de VE i l'estat de salut de les seves cèl·lules.

Cal esmentar també que, la **sofisticació tecnològica** permetrà el desenvolupament de nous materials competitius en costos per substituir els minerals cars i altament volàtils, com ara el liti i el cobalt.

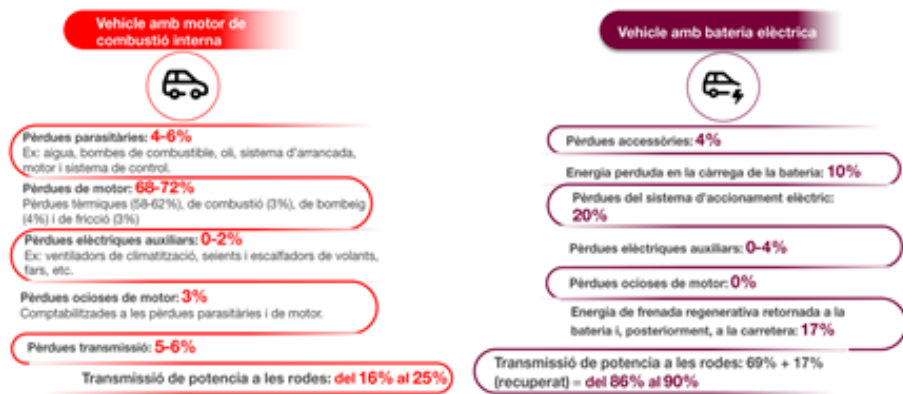
A escala econòmica, els models de negoci innovadors com les aliances estratègiques o col·laboracions entre entitats privades i públiques de diferents sectors es convertiran en una estratègia clau per formar una cadena de valor sòlida i garantir una **segona vida i reciclatge** de bateria viables i eficaços - fabricants de bateries, empreses de reciclatge, empreses d'electricitat, proveïdors de programari, operadors de telecomunicacions, operadors d'aparcaments, operadors de xarxa, fabricants de vehicles, entre d'altres -.

En definitiva, tot i les dificultats, la reutilització i el reciclatge de bateries de VE ajuda a **fer front** a la **contaminació ambiental**, reduir la **dependència dels recursos naturals** i contribueix a la **sostenibilitat de l'ecosistema, l'economia i els éssers humans**.

2

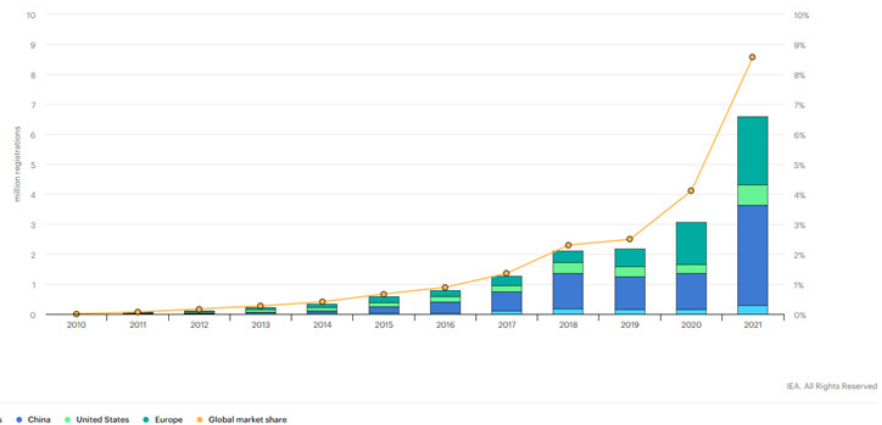
Reutilització i Reciclatge de Bateries de Vehicles Elèctrics: Infografies clau

2.1. VEHICLE ELÈCTRIC: Vehicle elèctric Vs vehicle amb motor de combustió interna



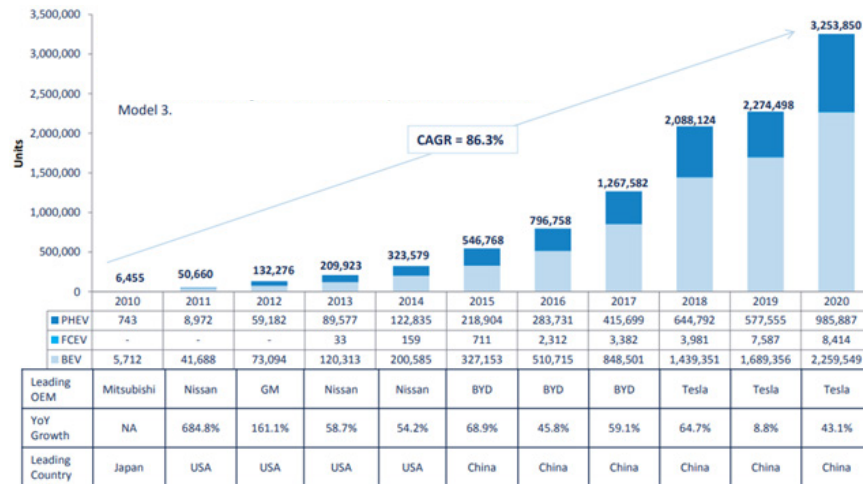
Font: Canada Energy Regulator - ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

2.2. VEHICLE ELÈCTRIC: Quota de mercat i vendes mundials de VE. 2010 – 2021



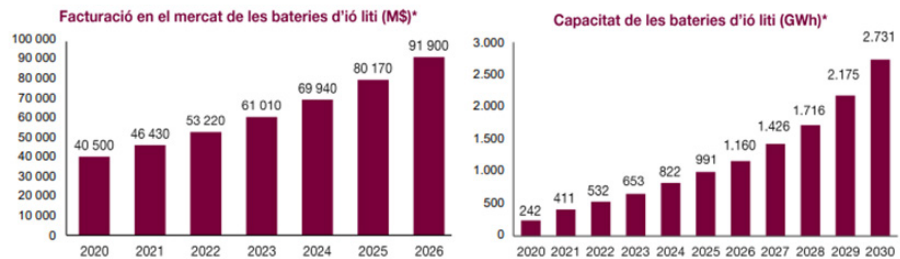
Source: Frost and Sullivan (2020) - Novel Innovations Facilitating Digital Transformation of Agricultural Sector - Utilization of Innovative Digital Technologies to Enhance Farm Productivity and Profitability.

2.3. VEHICLE ELÈCTRIC: Vehicles elèctrics venuts en l'última dècada



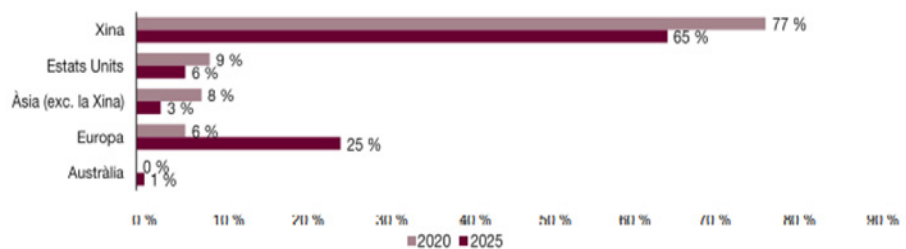
Font: Frost and Sullivan. (2021). Global Electric Vehicle Outlook 2021 - Global EV Penetration will Increase from 4.5% in 2020 to 6.1% in 2021

2.4. BATERIA: El mercat mundial de les bateries d'ió de liti



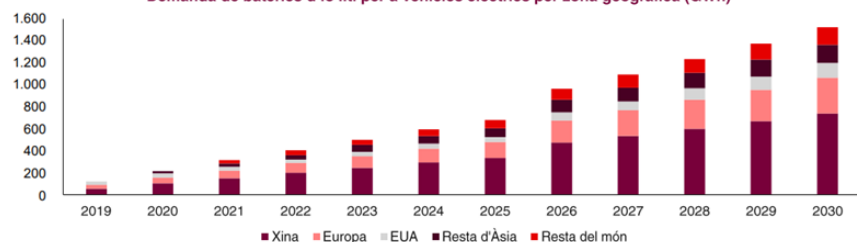
*Les dades de 2021 en endavant són estimacions

Quota geogràfica de fabricació de bateries d'ió de liti (GWh)*

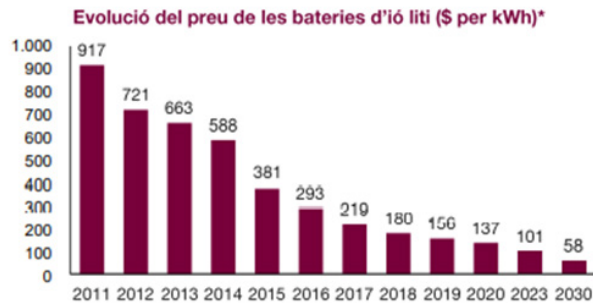


*Les dades de 2021 en endavant són estimacions

Demanda de bateries d'ió de liti per a vehicles elèctrics per zona geogràfica (GWh)*

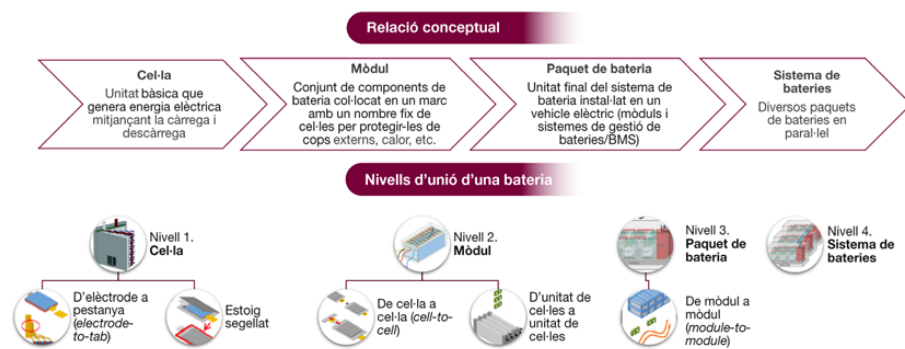


*Les dades de 2021 en endavant són estimacions



Font: Statista - ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

2.5. BATERIA: Desglossament d'una bateria d'ió de liti



Font: ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

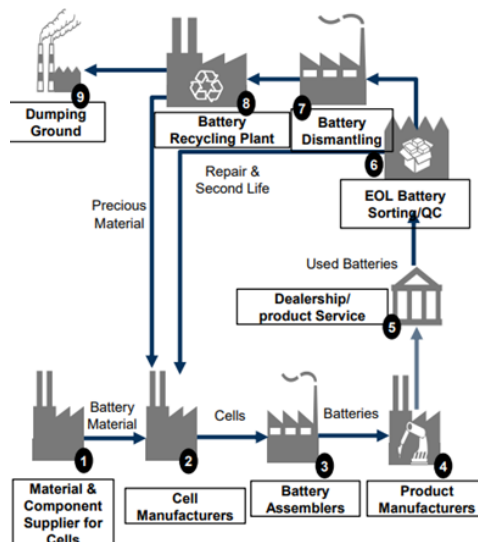
2.6. BATERIA: Diferents químiques de bateries d'ió de liti

Li-ion Battery Chemistry Types	Description
Lithium Cobalt Oxide (LCO)	
Lithium Manganese Oxide (LMO)	
Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC)	

Lithium Iron Phosphate (LFP)	<ul style="list-style-type: none"> • Lower specific energy when compared to Li-ion batteries • High safety levels, long life span, low cost, and moderate performance • Can be used in electric two-wheelers and four-wheelers
Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide (NCA)	<ul style="list-style-type: none"> • Higher specific energy when compared to other chemistries • Lower safety levels when compared to other chemistries • Moderate cost, performance, life span, and specific power
Lithium Titanate (LTO)	<ul style="list-style-type: none"> • High performance and safety levels and long life span • Lower specific energy when compared to other Li-ion batteries • Moderate specific power • Most expensive chemistry type

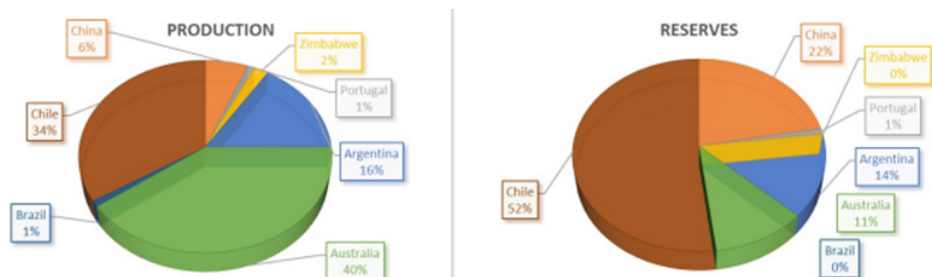
Font: Frost and Sullivan. (2020). Evolution of Electric Vehicle Battery Reuse and Recycling, Global Market, Forecast to 2025 - NMC Batteries will become a Profitable Proposition in Terms of Recycling; LFP Batteries will have Higher Reuse Value

2.7. BATERIA: Cadena de valor de la bateria d'ió de liti



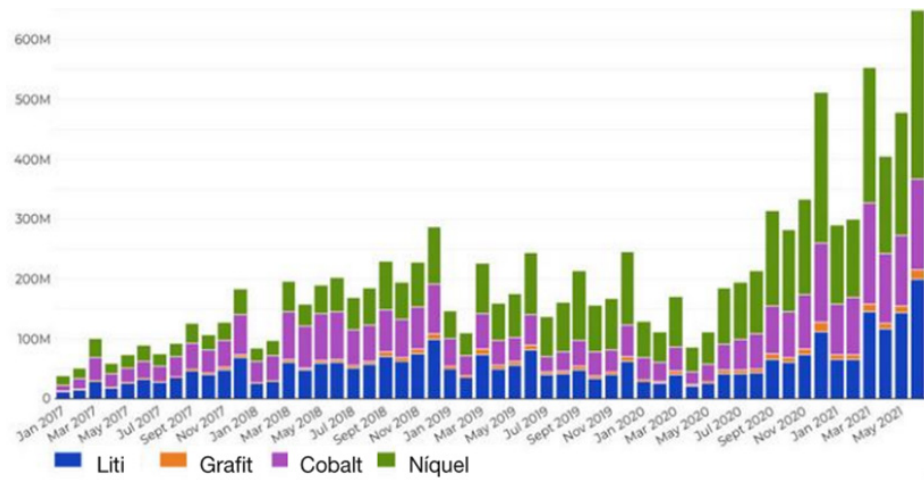
Font: Frost and Sullivan. (2020). Evolution of Electric Vehicle Battery Reuse and Recycling, Global Market, Forecast to 2025 - NMC Batteries will become a Profitable Proposition in Terms of Recycling; LFP Batteries will have Higher Reuse Value

2.8. MINERALS: Producció i dipòsits de Liti a tot el món



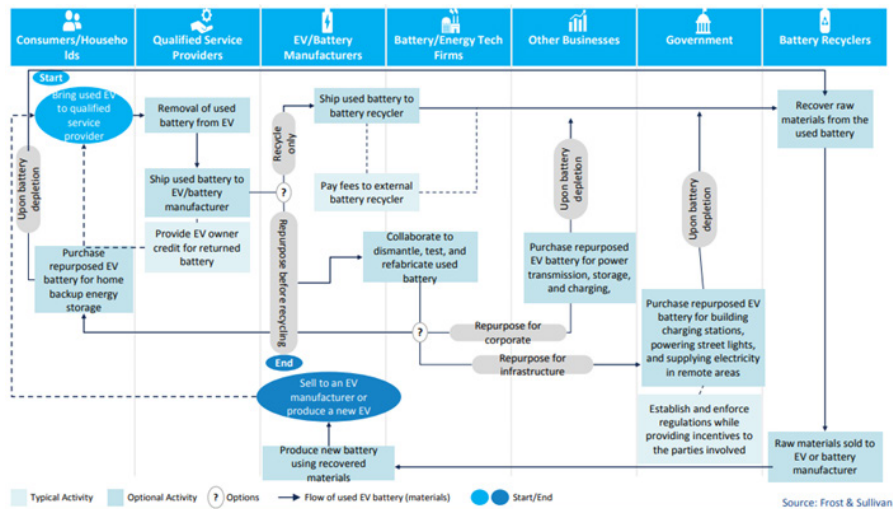
Font: Sania Alam, Syeda. (2021). Vehicle Battery Recycling.

2.9. MINERALS: Evolució global del preu de les matèries primeres dels VE. 2017 –



Font: mining.com - ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

2.10. RECICLATGE I REUTILITZACIÓ DE BATERIA VE: l'establiment d'una economia circular



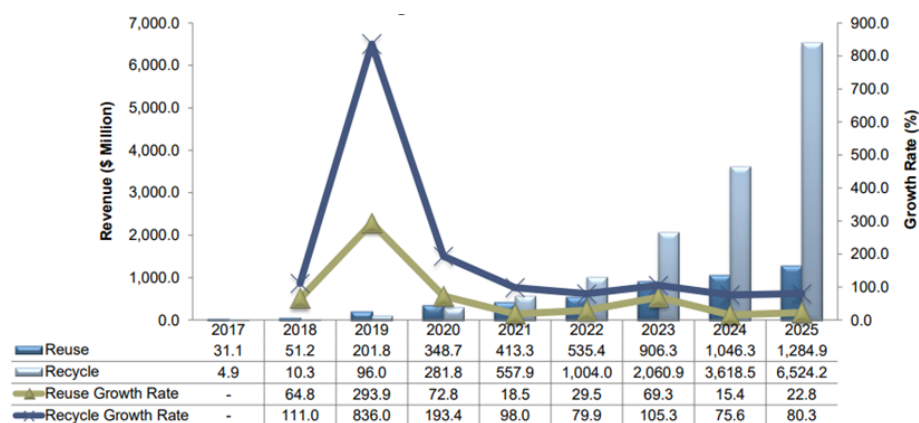
Font: Frost and Sullivan. (2021). Global Electric Vehicle Outlook 2021 - Global EV Penetration will Increase from 4.5% in 2020 to 6.1% in 2021

2.11. RECICLATGE I REUTILITZACIÓ DE BATERIA VE: Cadena de valor



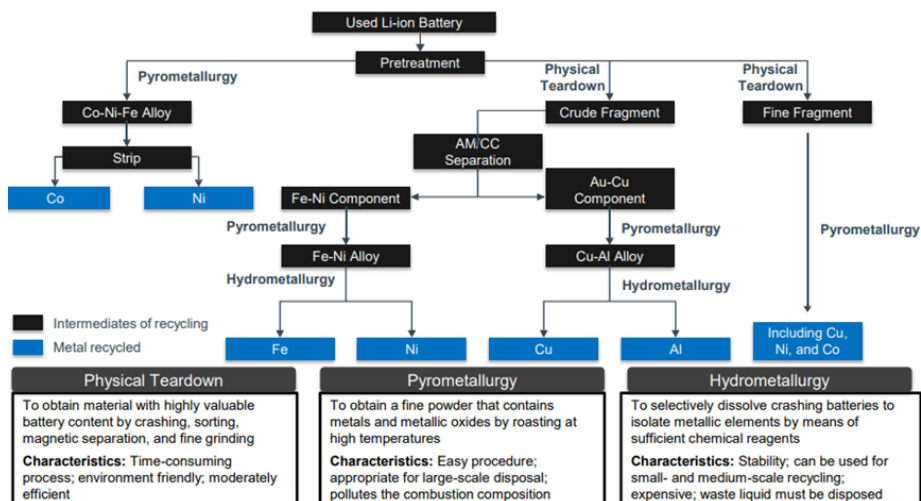
Font: Recycling lithium-ion batteries from EV: UNIBAT - ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

2.12. RECICLATGE I REUTILITZACIÓ DE BATERIA VE: previsió mundial d'ingressos. 2017 - 2025



Font: Frost and Sullivan. (2019). Growth Opportunities in the Circular Economy for Global Electric Vehicle Battery Reuse (Second-life) and Recycling Market, Forecast to 2025 Reuse Currently Dominates the Market with Recycling Expected to Significantly Drive Market Growth from 2021 Onwards.

2.13. RECICLATGE I REUTILITZACIÓ DE BATERIA VE: previsió mundial d'ingressos. 2017 - 2025



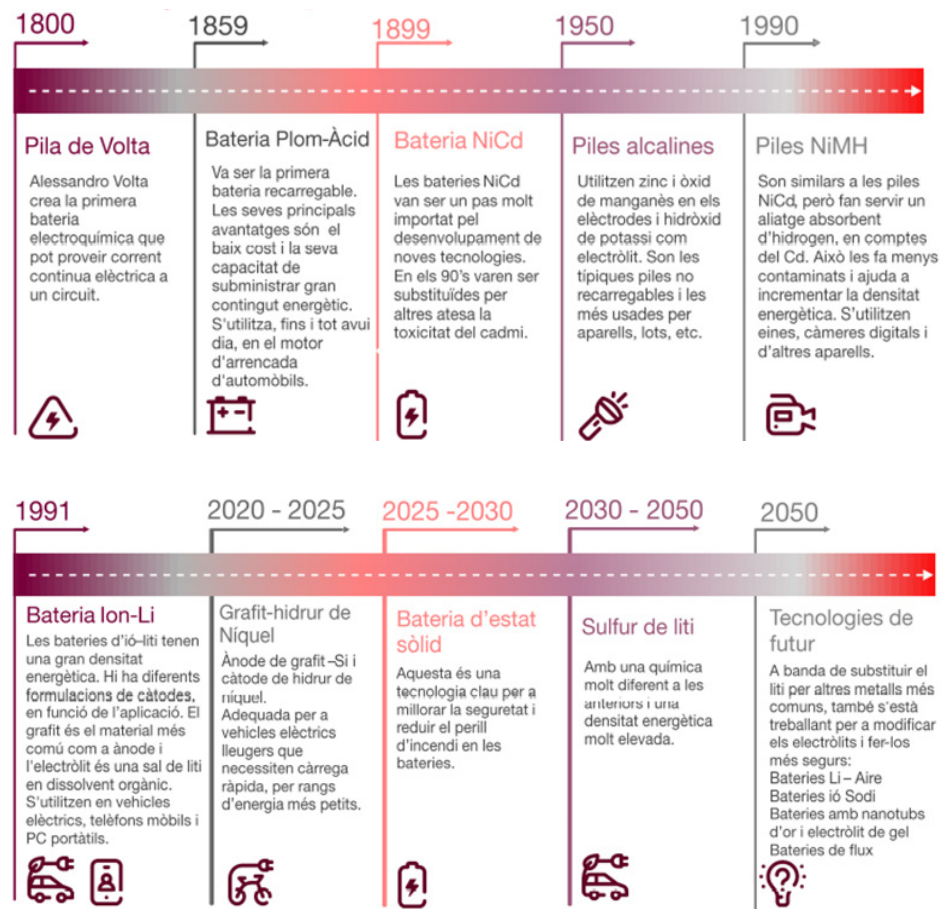
Font: Frost and Sullivan. (2020). Evolution of Electric Vehicle Battery Reuse and Recycling, Global Market, Forecast to 2025 - NMC Batteries will become a Profitable Proposition in Terms of Recycling; LFP Batteries will have Higher Reuse Value

2.15. BATERIA: aplicacions de les bateries per sectors

Emmagatzematge d'energia	Dispositius i aparells electrònics	Mobilitat
Emmagatzematge estacionari d'energia	Ordinadors	Vehicles elèctrics
Emmagatzematge d'energia portàtil	Dispositius portables	Autobusos
Emmagatzematge d'energia solar portàtil	Telefons intel·ligents i tauletes	Motocicletes
	Sistemes de pagament	Bicicletes elèctriques
	Aparells per a la cura i l'higiene personal	Patinets
	Joguines	Cotxets de golf
	Eines i maquinària	Carretons
	Alarmes	Cadires de rodes
	Aparells audiovisuals	Drons
	Equipament i dispositius mèdics	

Font: ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

2.16. BATERIA: Evolució de les tecnologies de les bateries . 1800 – 2050



Font: ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

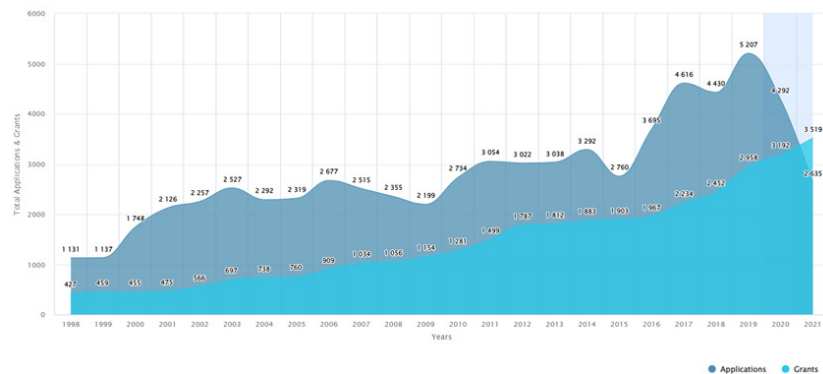
3

Anàlisi de patents

3.1. Evolució patents sol·licitades i concedides

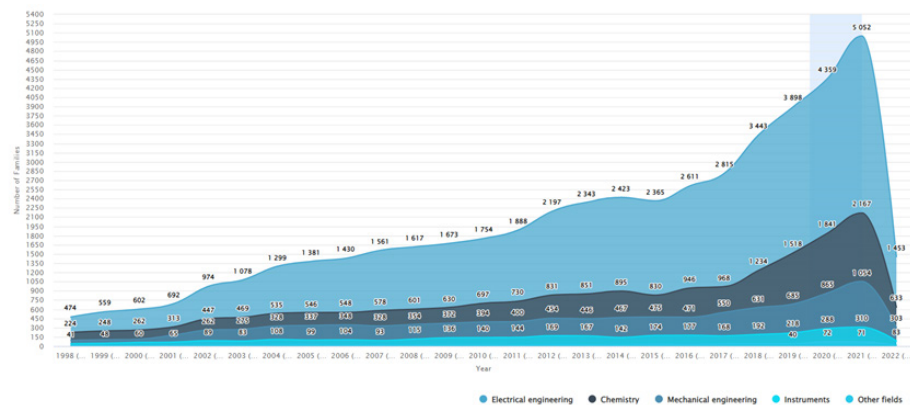
L'anàlisi de patents sol·licitades i concedides en l'àmbit de la reutilització i reciclatge de bateries de vehicles elèctrics permet apreciar una tendència de creixement en les darreres dues dècades i mitja, **duplicant el seu número cada 10 anys** aproximadament i, demostrant la dinàmica d'aquest sector. No obstant això, s'observa un descens pronunciat en les sol·licituds de patent durant els anys 2020 i 2021, possiblement pel retard en la publicació de les sol·licituds de patents (que es publiquen als 18 mesos des de la seva sol·licitud).

També resulta rellevant constatar que, en aquest període, la proporció de patents sol·licitades que finalment foren **concedides** fou del **51,3%**. En comparació amb el patró en altres sectors, es tracta d'una xifra elevada pròpia d'**innovacions graduals** i, per tant, continuistes.



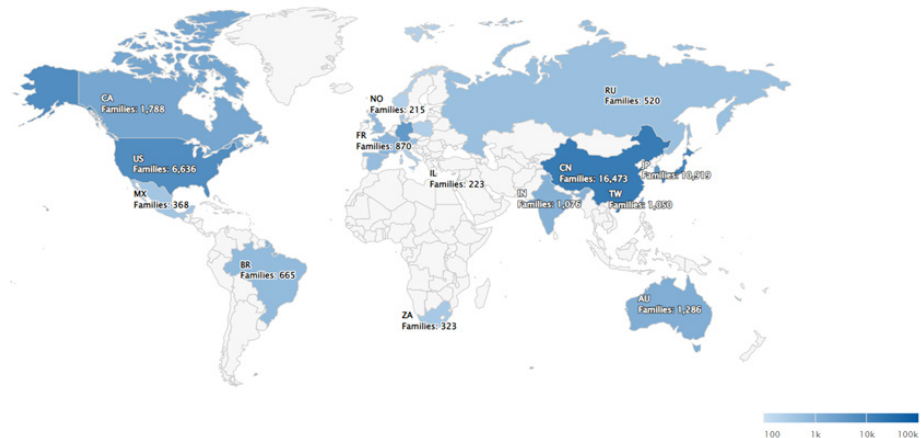
3.2. Sector tecnològic de les patents sol·licitades

En els darrers vint-i-cinc anys, les tecnologies més actives en patents sol·licitades en aquest àmbit pertanyen, sobretot, als camps següents: **Enginyeria Elèctrica, Química, Enginyeria Mecànica, Instruments, i altres camps.**

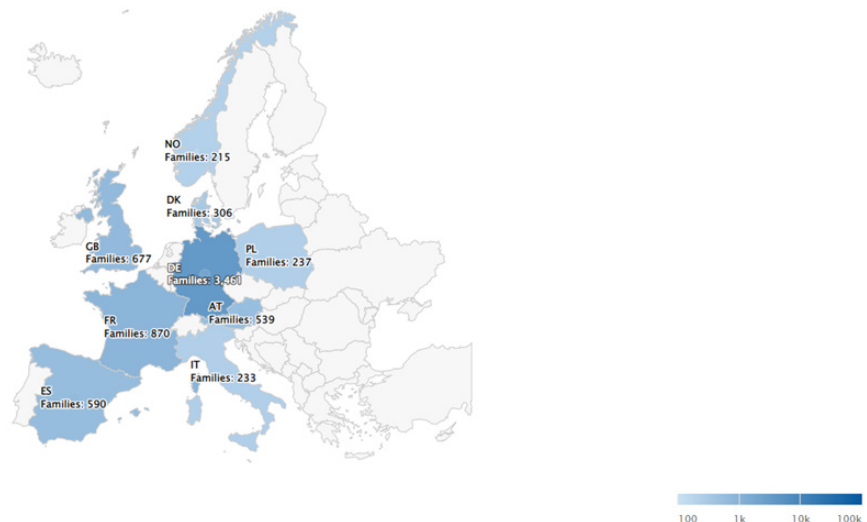


3.3. Localització territorial de patents

A nivell global, sobre aquest tòpic, les oficines regionals que els darrers 25 anys han encapçalat la demanda de sol·licituds de patents són les de **Xina, Japó, Estats Units i Corea del sud**. Aquestes dades subratllen el creixement exponencial dels països asiàtics en aquest àmbit, i fan pensar que als Estats Units és un sector madur, on fa molts anys que s'estan protegint productes mitjançant patents.

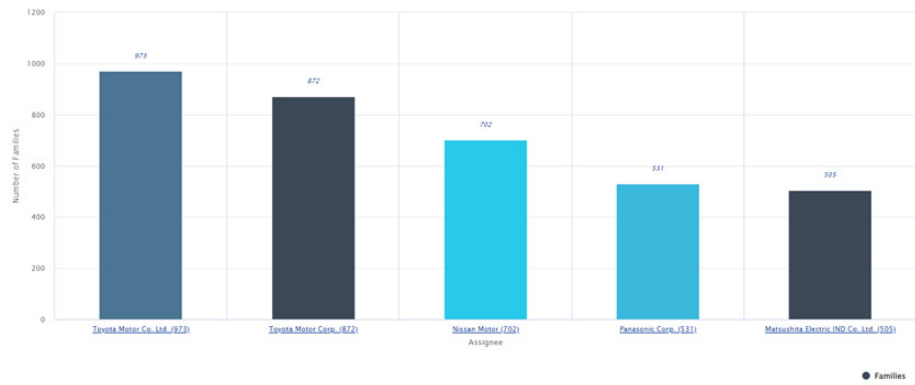


A nivell global, la **Unió Europea**, en aquesta família de patents, ostenta la cinquena posició. Dins de la Unió Europea, els països amb més sol·licituds de patents són, tal com es mostra al següent mapa, **Alemanya, França, Gran Bretanya i Espanya**.



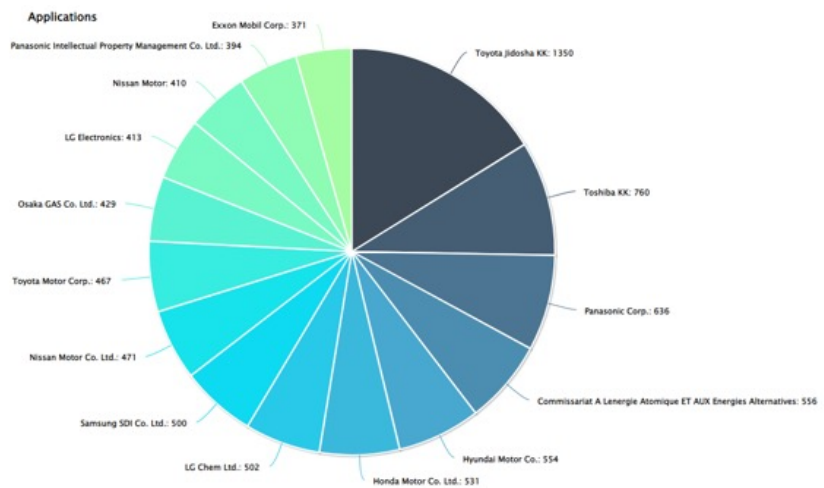
3.4. Sol·licitants de patents més actius

El següent gràfic explicita, des de 1998, quines són les organitzacions més actives en sol·licitants de patents. Per la seva activitat destaquen, entre d'altres, **Toyota Motor Co. Ltd, Nissan Motor i Panasonic Corp.**



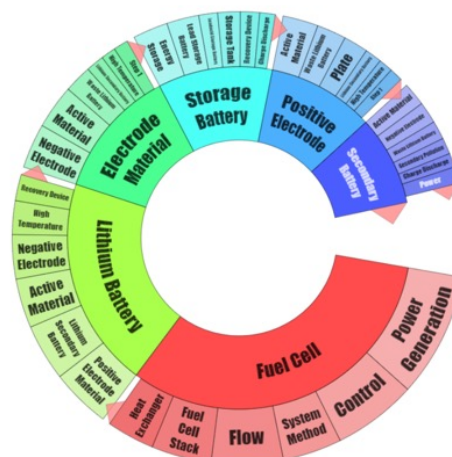
3.5. Altres sol·licitants de patents actius

A continuació es mostren les 15 **entitats** (empreses, institucions o persones) més actives com a sol·licitants de patents, especificant el **volum d'operacions** tramitades per cadascun.



3.6. Paraules clau atribuïdes a les patents en aquest camp

Les principals paraules clau més atribuïdes a les sol·licituds de patents en el camp en estudi, són les següents: **pila de combustible, bateria de liti, material de l'elèctrode, bateria d'emmagatzematge, elèctrode positiu i bateria secundària.**



3.7. Annex metodològic

La informació aportada en el capítol “Anàlisi de patents” es refereix a l'estudi realitzat sobre una mostra de **80.204 sol·licituds de patents** en l'àmbit de Reutilització i Reciclatge de Bateries de Vehicles Elèctrics.

29.687 Família de patents	41.195 Família de patents concedides	80.204 Sol·licituds	115.807 Publicacions
Nombre total de famílies en aquest conjunt de resultats	Nombre total de famílies amb publicacions concedides en aquest conjunt de resultats	Aplicacions en aquest resultat	Publicacions en aquest resultat

Consideracions metodològiques

- La font d'aquesta anàlisi és **PatBase**.
- La consulta fou realitzada el **Abril de 2022**.
- Aquest estudi s'ha centrat en l'activitat de patents **mundial** els últims **25 anys**, posant un especial èmfasi a **Europa**.
- El **criteri** pel que s'ha fet la cerca i generat la mostra ha estat del **màxim abast** en el camp. S'han utilitzat tant paraules clau, com codis de patents definitoris de l'àmbit.
- Respecte a **paraules clau**, per delimitar la mostra de l'àmbit, s'ha considerat la **inclusió**, entre d'altres, de les següents:
 - o Electric vehicle
 - o Battery
 - o Reuse, recycle, recovery
- Les bases de dades de patents estan ordenades mitjançant diversos **sistemes internacionals de classificació**, essent els més utilitzats l'International Patent Classification (**IPC**) i Cooperative Patent Classification (**CPC**) per a camps més específics. El sistema de classificació internacional més utilitzat és l'IPC.
- En l'àmbit, la **quantitat de codis IPC és alta**, permetent per tant una cerca àmplia i diversa.

Codis de patents seleccionats per obtenir la mostra

Per a l'obtenció de la mostra d'aquest informe únicament s'ha considerat la inclusió d'índexs **IPC**. Específicament, es van explorar els següents:

- H01M: Processes or means, e.g. batteries, for the direct conversion of chemical energy into electrical energy.
- B62D67/00. Systematic disassembly of vehicles for recovery of salvageable components, e.g. for recycling (for disposal of vehicles by destroying or transformation).
- C08J11/00. Recovery or working-up of waste materials.
- C22B 3/00. Extraction of metal compounds from ores or concentrates by wet processes.
- C22B 26/12. Obtaining lithium
- C25B15/08 - Supplying or removing reactants or electrolytes; regeneration of electrolytes.
- C25C 1/00. Electrolytic production, recovery or refining of metals by electrolysis of solutions.
- H01M10/052 - . Li-accumulators.

- H01M 10/0525. Rocking-chair batteries, i.e. batteries with lithium insertion or intercalation in both electrodes: Lithium-ion batteries.
- H01M 4/525. of mixed oxides or hydroxides containing iron, cobalt or nickel for inserting or intercalating light metals, e.g. LiNiO_2 , LiCoO_2 or LiCoO_xF_y .

Referències capítol 1 i 2

ACCIÓ Generalitat de Catalunya. (2022). Bateries a Catalunya

Frost and Sullivan. (2019). Growth Opportunities in the Circular Economy for Global Electric Vehicle Battery Reuse (Second-life) and Recycling Market, Forecast to 2025 Reuse Currently Dominates the Market with Recycling Expected to Significantly Drive Market Growth from 2021 Onwards.

Frost and Sullivan. (2018). Battery and Power Train Technologies for Electric Vehicles - Widespread Employment of Electric Powertrain Technologies will Lead to Changes in the Automotive Value Chain.

Frost and Sullivan. (2020). Evolution of Electric Vehicle Battery Reuse and Recycling, Global Market, Forecast to 2025 - NMC Batteries will become a Profitable Proposition in Terms of Recycling; LFP Batteries will have Higher Reuse Value

Frost and Sullivan. (2021). Global Electric Vehicle Outlook 2021 - Global EV Penetration will Increase from 4.5% in 2020 to 6.1% in 2021

Sania Alam, Syeda. (2021). Vehicle Battery Recycling.

Fuentes, Victoria. (2021). El 'boom' de las plantas de reciclaje de baterías en Europa baila al son del coche eléctrico. <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/boom-plantas-reciclaje-baterias-europa-baila-al-coche-electrico>

Diari Oficial de la Unió Europea. (2006). DIRECTIVA 2006/66/CE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006L0066&from=EN>

Greenpeace. (2020). Electric Vehicle Battery. <https://www.greenpeace.org/eastasia/press/6175/greenpeace-report-troubleshoots-chinas-electric-vehicles-boom-highlights-critical-supply-risks-for-lithium-ion-batteries/>

Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA). (2022). CRITICAL MATERIALS FOR THE ENERGY TRANSITION: LITHIUM. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Technical-Papers/IRENA_Critical_Materials_Lithium_2022.pdf

International Energy Agency. (2022). IEA - Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>

hubb30.

UNA ALIANÇA PER PROMOUR LA
INNOVACIÓ DEL TERRITORI B30

www.hubb30.cat