



Facultad de Economía y Ciencias

La Innovación tecnológica para reducir los
residuos nocivos para el medio ambiente.
El caso de ReJoule.

Autora: 201900147

Tutora: Blanca Moro Cañada

Junio 2023

Abstracto

Esta tesis indaga en la importancia de enfocar la innovación en la minimización de los residuos medioambientales, centrándose en el problema que significa el aumento de la producción de baterías de iones de litio como consecuencia del explosivo auge de los vehículos eléctricos. Aunque el desarrollo de dicho tipo de vehículos ha contribuido a reducir las emisiones de carbono, el problema surge cuando las baterías de los coches eléctricos llegan al final de su vida útil. Los métodos convencionales de reciclado y reutilización de baterías de iones de litio requieren un proceso largo y son caros, lo que obliga a investigar opciones más eficaces y sostenibles. Para abordar la gestión de las baterías de iones de litio hacia el final de su vida útil, este estudio analiza la innovadora tecnología desarrollada por ReJoule. La utilización de la tecnología de ReJoule permite dar una segunda vida a las baterías, reduciendo los residuos y aumentando el valor de estas baterías como recurso sostenible. Al proporcionar diagnósticos de la salud de la batería precisos, ReJoule garantiza que las baterías utilizan al máximo su capacidad y ayuda a los usuarios finales a tomar buenas decisiones ya que tienen la información necesaria. Es posible crear un futuro sostenible, reducir los residuos y promover una economía circular adoptando este tipo de tecnologías.

Palabras Clave

Vehículo eléctrico, innovación, baterías de ion de litio, baterías de segunda vida, energía, medio ambiente, crecimiento, tecnología.

Abreviaciones

ACC - Automotive Cells Company

CAC - Coste de Adquisición de Clientes

CO₂e - Emisiones Equivalentes De Carbono

GBA - Global Battery Alliance

GEI - Gases de Efecto Invernadero

HW - Hardware

LTV - Valor De Vida De Un Cliente

RAEE - Residuos De Aparatos Eléctricos Y Electrónicos

SW - Software

TM - Toneladas metricas

VE - Vehículo Eléctrico

Índice

Introducción.....	4
Nacimiento de los coches eléctricos.....	4
Evolución de los coches eléctricos.....	5
Factores determinantes para el uso y fabricación de los vehículos eléctricos.....	5
Principal factor de crecimiento: Innovación en la tecnología de las baterías - baterías de ion de Litio.....	6
Datos actuales y proyecciones futuras de los vehículos eléctricos.....	7
Proveedores de baterías de ion de litio.....	8
Proveedores de Baterías Asiáticos.....	9
Proveedores de baterías europeos.....	12
Ventajas de los coches eléctricos.....	15
Problemática.....	16
Análisis del mercado de las baterías recicladas y reutilizadas.....	17
Diferencia entre la reutilización y el reciclaje.....	21
Reutilización.....	21
Reciclaje.....	21
Importancia del diagnóstico de la salud de la batería.....	22
Procesos de reciclaje y reutilización actuales.....	23
¿Qué es ReJoule?.....	23
Plan de negocio.....	26
Estrategia de crecimiento.....	26
Escenario ideal de ReJoule como líder de baterías de segunda vida.....	28
Escenario ideal de ReJoule líder en el mercado del diagnóstico de salud de las baterías de los VE.....	33
Estudio de los clientes de ReJoule.....	36
¿Qué es un cliente?.....	36
Clientes potenciales de ReJoule.....	37
Pasaporte de baterías.....	39
Conclusión.....	41
Bibliografía.....	42

Introducción

La innovación está cada vez más presente en el día a día de nuestras vidas. A partir del desarrollo de internet el avance de la tecnología se ha acelerado. Nuestro planeta cada vez está más desgastado lo que ha hecho que la población se ponga alerta y empiece a hacer cambios, tomar medidas más responsables hacia el medioambiente y cuidar de él. No obstante, dichas medidas también tienen sus repercusiones y es necesario estudiarlas para qué en el caso de que sean nocivas, intentar gestionarlas y reducirlas de la manera más eficiente. Al fin y al cabo todos coincidimos en lo mismo, en que el planeta Tierra sea lo más longevo posible; un lugar limpio en el que vivir que pueda seguir desarrollándose como ecosistema de vida.

El ser humano ha explotado tanto la tierra que ahora se centra en el desarrollo de un lugar para la sociedad imaginario, un planeta (si así se puede denominar) creado por la tecnología que no es tangible ni humano: el metaverso. ¿Por qué se invierte tanto en él? ¿Por qué tanto revuelo por algo que en el fondo es similar a un videojuego? En vez de dedicar tanto tiempo y dinero a algo que no hace de la Tierra un sitio mejor, ¿por qué no invertirlo en iniciativas para mejorar el lugar donde vivimos? Por esta razón pienso que es importante enfocar el uso de la tecnología en mejorar el medioambiente y en que sea un impulso para que la Tierra “continúe su giro alrededor del sol” en lugar de en una vía de escape virtual.

Nacimiento de los coches eléctricos

Hace 137 años Carl Benz creó el primer automóvil de gasolina, en 1886 (La Merced Pilar, 2018). Dos años más tarde, el *Flocken Elektrowagen*, considerado primer vehículo eléctrico (VE) de la historia, fue fabricado por Andreas Flocken en Alemania (*Looking back to electric cars*, 2012a). No obstante, años antes, desde 1829 se habían producido algunos avances científicos significativos en el campo de la electricidad que acabarían abriendo la puerta a la creación de vehículos eléctricos. Sin embargo, aunque llevan desarrollándose más de un siglo, la viabilidad comercial y las ventajas medioambientales de los automóviles eléctricos hasta entonces no habían salido a la luz. (Iberdrola, 2023).

El descubrimiento de importantes reservas de petróleo, a principios del siglo XX, abarató su precio y permitió a Henry Ford empezar a vender automóviles de gasolina a mitad de precio que los eléctricos. Por otra parte, la construcción de mejores autopistas en Norteamérica fomentó

la conducción de larga distancia, aunque quedaba fuera del alcance de los coches eléctricos por causa de su corta autonomía y debido a los largos tiempos de recarga. Por ambas razones, el coche eléctrico quedó obsoleto y el de gasolina no paró de crecer hasta convertirse en la forma de transporte más común en todo el mundo. Este fracaso de los vehículos eléctricos a principios del siglo XX sirve como lección sobre la importancia del momento y el entorno para el éxito de la innovación. Tener sólo buenas ideas no garantiza el éxito; también deben darse las circunstancias adecuadas (Perez, 2017). La preocupación por el cambio climático y por la contaminación atmosférica en los últimos años unida al rápido avance tecnológico, ha hecho renacer el interés por los coches eléctricos como alternativa sostenible a los motores de combustión convencionales.

Evolución de los coches eléctricos

Factores determinantes para el uso y fabricación de los vehículos eléctricos

En los últimos años se han producido avances significativos en la creación de VE sostenibles en los ámbitos social, tecnológico y económico. Las políticas e incentivos gubernamentales, incluidos los créditos fiscales y las subvenciones para los usuarios de coches eléctricos, así como las leyes sobre emisiones y normas de ahorro de combustible, han promovido el cambio hacia los automóviles eléctricos con un enfoque de sostenibilidad. Por ejemplo, el gobierno federal estadounidense concede una desgravación fiscal de hasta 7.500 dólares por la compra de un vehículo eléctrico nuevo (Krisher, 2023), y en Europa se han implantado incentivos fiscales comparables, exenciones de peajes en las carreteras, cargas gratuitas o reducidas y en algunas ciudades como Madrid, aparcar en cualquier lugar de la ciudad sin coste alguno incluyendo la almendra central.

Además, la popularidad de los vehículos eléctricos se ha visto impulsada en parte por el crecimiento de empresas de este sector como Tesla. Tesla, fundada en 2003, ha desempeñado un papel importante en la expansión del sector de los vehículos eléctricos. El Roadster, primer modelo de la empresa se presentó al mercado en 2008 (*Historia de la marca de coches Tesla*, 2021), y le siguieron el Modelo S, el Modelo X, el Modelo 3 y el Modelo Y. Esta empresa ha creado altas expectativas en torno a los VE hasta haber conseguido a día de hoy una identidad de marca y una clientela fiel gracias a su tecnología punta, su estética vanguardista y sus valores

medioambientales. El éxito de Tesla impulsó e inspiró a otras empresas a entrar en el mercado de los vehículos eléctricos, y fabricantes de automóviles como Volkswagen, General Motors y Ford están invirtiendo fuertemente en vehículos eléctricos y lanzando nuevos modelos (Díaz, 2023).

Principal factor de crecimiento: Innovación en la tecnología de las baterías - baterías de ion de Litio

Sin embargo, la principal razón por la que hoy se demanda cada vez más este tipo de vehículo es las innovaciones en la tecnología de las baterías, que han mejorado la utilidad y el atractivo para el consumidor de los vehículos eléctricos. Un estudio llevado a cabo por Deloitte en 2020, *Electric Vehicles: Setting a Course for 2030*, muestra como la autonomía y la falta de infraestructura de carga son los factores más rechazados causaban al consumidor a la hora de comprar un VE en 2018 y 2020 [Tabla 1]. Ambas causas están relacionadas con la tecnología de las baterías, por lo que cuanto más se invierta en su mejora, más se incrementará la demanda de dichos vehículos.

2020 Global Auto Consumer Study												
In your opinion, what is the greatest concern regarding all battery-powered electric vehicles?	FRANCE		GERMANY		ITALY		UK		CHINA		US	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Driving range	31%	28%	35%	33%	4%	27%	26%	22%	25%	22%	24%	25%
Cost/price premium	32%	22%	22%	15%	19%	13%	24%	16%	9%	12%	26%	18%
Time required to charge	11%	15%	11%	14%	18%	16%	13%	16%	12%	15%	10%	14%
Lack of electric vehicle charging infrastructure	16%	22%	20%	25%	44%	32%	22%	33%	18%	20%	22%	29%
Safety concerns with battery technology	4%	11%	5%	10%	7%	10%	6%	12%	22%	31%	8%	13%
Others	6%	2%	7%	3%	8%	2%	9%	1%	14%	0%	10%	1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sample size	1,083	1,266	1,287	3,002	1,048	1,274	965	1,264	1,606	3,019	1,513	3,006

Tabla 1: Prioridades de los consumidores para la adopción de los VE, 2018 y 2020. Las preocupaciones más importantes están destacadas en Naranja.

Las baterías de ion de litio son la razón por la cual los vehículos eléctricos han conseguido tener un alto grado de autonomía, reducir los tiempos de carga y circular a gran velocidad (*View of Electric Cars as the Cars of the Future*, 2022), lo que soluciona las mayores preocupaciones de

los clientes, como puede ser observado en la *Tabla 1*. Estos últimos años, la mejora en dicha tecnología ha sido exponencial y ha aumentado el conocimiento sobre su uso de manera que; ahora los VE pueden recorrer distancias mayores entre cargas además de cargarse más rápido (*Análisis detallado de los iones de litio para mejorar las baterías de los vehículos eléctricos*, 2022). Este avance tecnológico ha permitido que los fabricantes de coches eléctricos hayan podido crear modelos con mayor autonomía y precios más bajos, lo que los hace más competitivos frente a los vehículos de gasolina tradicionales. Actualmente Mercedes-Benz y Tesla son pioneros en este avance con sus modelos Mercedes-Benz EQS 450+, Tesla Model S dual 4×4 y Mercedes-Benz EQE 300/350 con una autonomía de 743 kilómetros, 634 kilómetros y 631 kilómetros de autonomía respectivamente (Criado, 2023).

Datos actuales y proyecciones futuras de los vehículos eléctricos

Por las razones mencionadas anteriormente el mercado de los vehículos eléctricos está en pleno auge y continuará creciendo de forma exponencial. En efecto, en el estado de California, el gobierno ha implantado como objetivo que en 2035 todos los coches que circulen sean eléctricos (Lopez, 2023). En España, el año pasado, en 2022 se matricularon 78.328 coches eléctricos (Velázquez-Gaztelu, 2023) y se fabricaron 268.071 unidades lo que significa un aumento del 37,5% de la fabricación de vehículos electrificados con respecto al 2021, el ejercicio anterior (Pedrotti, 2023). Además, en 2019, Wood Mackenzie [Gráfico 1] realizó un estudio sobre la venta y previsión de venta de coches eléctricos desde el año 2000 hasta el 2040, estimando que en 2040 se realizará la venta total de 42 millones de coches eléctricos. Como se puede observar en el *gráfico 1* los datos han sido divididos en cinco grupos: US, Europa, China, el resto del mundo y coches autónomos y parece que China será el lugar geográfico con mayores ventas de este tipo de coches en el futuro.

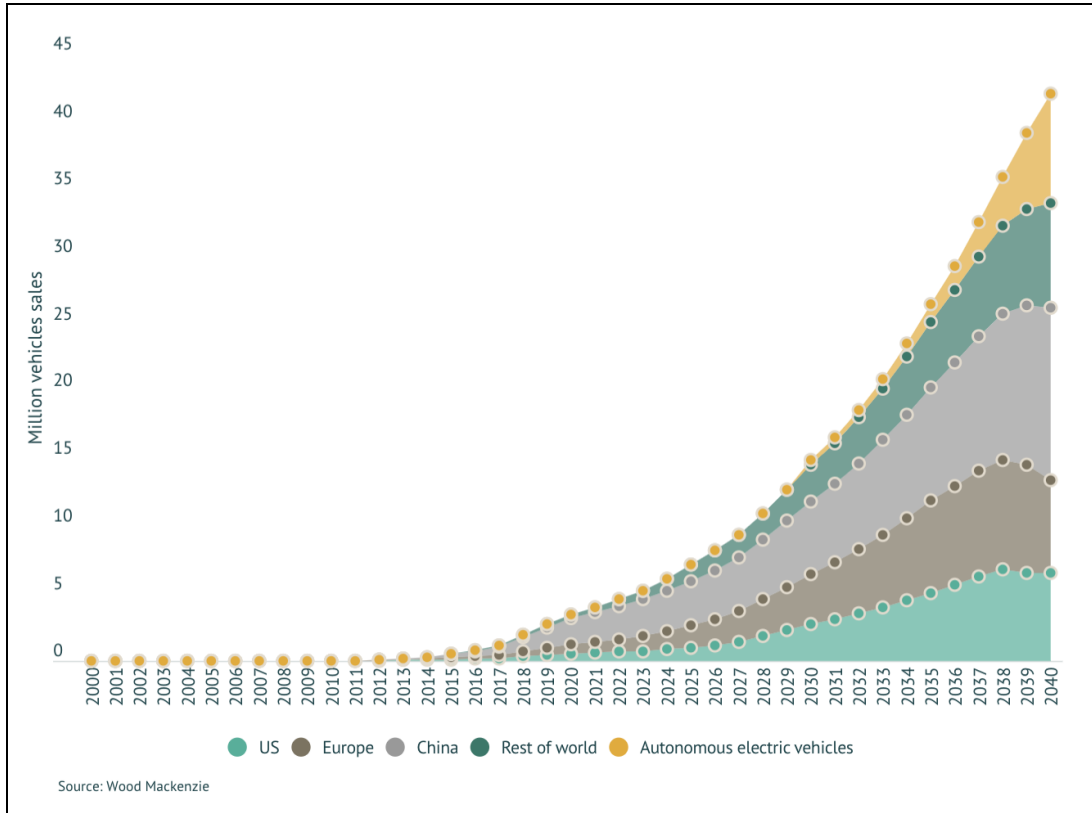


Gráfico 1: Previsión de coches eléctricos de Wood Mackenzie hasta 2040

Proveedores de baterías de ion de litio

Para conseguir dicho auge, las empresas automovilísticas ya mencionadas y aquellas que están desarrollando VE, siendo prácticamente los mayores fabricantes de automóviles en el mundo, han tenido que recurrir a proveedores externos de baterías para que les suministren las que alimentarán sus próximos VE. No hay muchos proveedores de baterías para VE en el mercado, por lo que la competencia es intensa a medida que aumenta el número de empresas que compiten por producir VE.

La demanda de estas baterías está siendo mayoritariamente satisfecha por un número relativamente pequeño de empresas asiáticas: Las más grandes son Contemporary Amperex Technology Co. Ltd., conocida como CATL y Build Your Dreams, conocida como BYD; De Corea del Sur vienen LG Energy Solution (antes LG Chem), SK Innovation y Samsung SDI, y de Japón está Panasonic. En Europa están empezando a desarrollarse empresas dentro de esta industria pero no son comparables en cuanto al tamaño de fabricación aún. Las principales son:

Automotive Cells Company, Northvolt y Envision AESC, que son las que están avanzando de forma significativa (*Which Battery Company Will Supply Which Carmaker?*, 2023).

Proveedores de Baterías Asiáticos

CATL es el principal proveedor mundial de baterías de iones de litio para dispositivos de almacenamiento de energía y vehículos eléctricos, considerada Líder global en la industria. La empresa se fundó en 2011 y tiene su sede en Ningde (China). Desde entonces, se ha expandido hasta convertirse en uno de los principales productores de baterías del mundo, con operaciones en Europa, Norteamérica y Asia. CATL es el proveedor de algunos de los mayores fabricantes de automóviles del mundo, como Volkswagen, BMW, Mercedes-Benz, Tesla, Ford, Hyundai (Kia) y Volvo. (CATL, 2023)

BYD fundada en 1995 y con sede en Shenzhen (China), es considerada el segundo mayor proveedor y fabricante global de baterías de iones de litio. La empresa es famosa por sus soluciones de baterías innovadoras y fiables, que han obtenido el reconocimiento y la confianza de clientes de todo el mundo (Callejo, 2022). Como segundo proveedor líder de baterías, BYD desempeña un papel vital en la transición mundial hacia soluciones de transporte y energía sostenibles. La empresa suministra baterías para su propia línea de vehículos eléctricos, incluidos turismos, autobuses, camiones y otros vehículos comerciales. Las baterías de BYD están diseñadas para ofrecer un rendimiento impresionante, una larga durabilidad y una mayor eficiencia energética. Además, BYD también abastece al mercado de almacenamiento de energía. Sus avanzadas tecnologías de baterías se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como sistemas de almacenamiento de energía en red, soluciones de almacenamiento de energía residencial y proyectos a escala industrial. Al proporcionar almacenamiento de energía eficiente mediante sus sistemas de baterías permiten la integración de fuentes de energía renovables y apoyando una red eléctrica más sostenible y resistente. Cuenta con instalaciones de fabricación y centros de investigación en varios países, lo que le permite atender la creciente demanda de soluciones de baterías fiables en todo el mundo, problemática que será desarrollada más adelante. BYD ha anunciado recientemente que España podría ser una opción dónde crear una nueva “gigafábrica” de baterías contemplando a su vez dos países más Europeos: Alemania y Hungría (Callejo, 2023). Elon Musk, CEO de Tesla, afirma que existe una buena relación de trabajo entre BYD y Tesla. Dicha relación es importante para Tesla porque depende en gran

medida de las celdas LFP siendo BYD es uno de los pocos proveedores de baterías capaces de producirlas. (Sanz, 2023)

LG Energy Solution también es considerado uno de los líderes en tecnología sofisticada de baterías de iones de litio y destaca por su experiencia en la química. La empresa, que cuenta con más de 70 años de experiencia en las industrias de química y electricidad energética, se creó en 2019 como una escisión de la corporación LG Chem. Ofrece una serie de opciones de almacenamiento de energía para su uso en vehículos eléctricos y sistemas de energía renovable. LG Energy Solution opera en varios países, como Estados Unidos, Corea del Sur, China, Europa e India (LG Energy Solution, 2023). Tesla parece haber mantenido conversaciones activas con LG Energy Solutions como proveedor de baterías desde principios de este año. Con el fin de reforzar la cadena de suministro estadounidense de Tesla, el acuerdo giraría en torno a la obtención por parte de Tesla de baterías procedentes de la fabricación de LG en Arizona. Además, este proveedor de baterías lleva siendo el proveedor de baterías preferido de GM durante más de una década. (Battery technology, 2023) Ambas empresas cuentan con una planta de baterías para VE en Lordstown (Ohio), inaugurada el año pasado y actualmente, están construyendo una planta de células de baterías en Tennessee. Otra relación importante con la que cuenta LG es que lleva más de diez años colaborando con el suministro de baterías de Ford, siendo una empresa multinacional, de gran reconocimiento, centrada en la construcción de coches desde junio de 1903 (*La historia Ford*, 2023). También cabe destacar que desde 2014, LG ha sido uno de los suministradores de baterías de Stellantis. Stellantis es una multinacional del automóvil que se formó en 2021 como resultado de la fusión de dos grandes fabricantes de automóviles, Fiat Chrysler Automobiles y el Grupo PSA. La sede de la empresa se encuentra en Ámsterdam. Con más de 14 marcas bajo su paraguas, Stellantis es una de las mayores empresas automovilísticas del mundo. Algunas de las marcas más conocidas de Stellantis son Fiat, Chrysler, Peugeot, Citroën, Opel, Vauxhall, Jeep y Alfa Romeo. Stellantis tiene presencia mundial y opera en más de 130 países. La empresa diseña, fabrica y vende una amplia gama de vehículos, donde se incluyen VE (Stellantis, 2023). Stellantis está comprometida con la innovación y la sostenibilidad, y se ha fijado objetivos ambiciosos para reducir su huella de carbono y aumentar el número de vehículos eléctricos e híbridos que produce. La empresa

también está invirtiendo en nuevas tecnologías, como la conducción autónoma y los sistemas de coche conectado, para mejorar la seguridad y la eficiencia de sus vehículos (Stellantis, 2023). Dicha empresa se ha asociado con LG Energy Solution con el fin de producir baterías para los VEs de los fabricantes de automóviles que recaen en sus paraguas situados en EE.UU., Canadá y México. No se ha revelado la ubicación de la empresa conjunta para construir una planta de baterías, aunque se prevé que la fabricación empiece el año que viene. Stellantis ha declarado anteriormente que, además de tres fábricas en Europa, tiene previsto construir dos plantas de baterías en Norteamérica. Además de estos ejemplos LG Energy Solution también es proveedor de Hyundai Motor Group, Volkswagen, Mercedes-Benz, Audi, Volvo y Toyota entre otros. (Battery technology, 2023)

La empresa surcoreana SK Innovation fue fundada en 1962, la empresa se ha expandido hasta convertirse en uno de los mayores proveedores de energía de Corea del Sur y opera en más de 40 países (SK, 2023). Junto con Ford, en 2021 firmaron un Memorandum de Entendimiento para una empresa conjunta, que se denominará BlueOval SK, destinada a producir células y conjuntos de baterías en Estados Unidos, en el oeste de Tennessee, así como dos fábricas de baterías de iones de litio en el centro de Kentucky. Dicha empresa albergará una planta de producción adicional de camiones eléctricos que funcionará con baterías SK, otra planta de baterías, un parque de proveedores y un centro de reciclaje (*Ford Commits to Manufacturing Batteries, to Form New Joint Venture with SK Innovation to Scale NA Battery Deliveries | Ford Media Center*, 2021). Además, a finales de 2022 SK fue elegido por Hyundai como proveedor de baterías para sus próximos VE norteamericanos. Para cumplir con los requisitos de Hyundai, las empresas han acordado construir conjuntamente una nueva fábrica de baterías en Georgia. Por lo que dichos datos afirman de nuevo la gran inversión reciente en la producción de baterías de ion de litio (Battery technology, 2023).

Samsung SDI está especializada en el desarrollo y la producción de sistemas de almacenamiento de energía, incluidas baterías de iones de litio. Esta empresa también es reconocida como uno de los mayores fabricantes de dichas baterías. La empresa se fundó en 1970 y es una división del Grupo Samsung, uno de los mayores conglomerados de Corea del Sur. Los productos de Samsung SDI se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como vehículos eléctricos, sistemas domésticos de almacenamiento de energía y dispositivos móviles (Samsung SDI, 2023) Stellantis, recientemente mencionado, se ha comprometido a construir unas

instalaciones de 2.500 millones de dólares en Kokomo, Indiana, añadiendo a Samsung SDI a su lista de proveedores de baterías. El proyecto, que está previsto que empiece a funcionar en 2025, tendrá inicialmente una capacidad anual de 23 GWh y, con el tiempo, aspira a producir 33 GWh anuales. En Europa, BMW y Samsung SDI tienen un acuerdo a largo plazo para el suministro de células de ión-litio destinadas a la fabricación de sus VE e híbridos enchufables en Europa. Entre sus clientes también encontramos grandes marcas de coches como Audi, Rivian y Volvo. (Battery technology, 2023).

Panasonic Energy es una división de Panasonic Corporation, multinacional japonesa enfocada en la electricidad. La empresa fue fundada en 1918 y tiene su sede en Osaka, Japón. La empresa está muy centrada en la investigación y el desarrollo y ha invertido mucho en nuevas tecnologías y productos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente. Además de su trabajo en el almacenamiento de energía, Panasonic Energy también produce una gama de otros productos, incluyendo electrónica de consumo, electrodomésticos y componentes de automoción. La empresa tiene un fuerte compromiso con la sostenibilidad y se ha fijado ambiciosos objetivos para reducir su huella de carbono y promover las energías renovables (Panasonic, 2023) En 2009, cuando Tesla apenas despegaba, Panasonic les empezó a suministrar baterías de iones de litio. El fabricante japonés sigue siendo el principal proveedor de baterías de Tesla y es cofundador de Gigafactory, con sede en Nevada, que fabrica muchas de las celdas cilíndricas que utiliza Tesla (Businesswire, 2014). Lucid Motors firmó un contrato con Panasonic a finales de 2022 para suministrar baterías a los próximos modelos eléctricos de la empresa, que saldrán al mercado en 2024, operando mediante su fábrica de Nevada (Randall, 2022).

Proveedores de baterías europeos

Automotive Cells Company (ACC) es una empresa con sede en Alemania especializada en el diseño y la producción de coches deportivos eléctricos. La empresa fue fundada en 2020 por un equipo de veteranos de la industria del automóvil apasionados por los vehículos eléctricos. Recientemente la empresa se está especializando en el diseño y la producción de baterías de iones de litio para vehículos eléctricos. La empresa cuenta con unas instalaciones en Billy-Berclau (Francia) dedicadas a la investigación, el desarrollo y la producción de baterías de alto rendimiento (ACC, 2023). Además, Stellantis y Total Energies invirtieron en ACC hace 3

años para aumentar la fabricación de baterías para vehículos eléctricos en Europa. La empresa recién creada tiene previsto dedicar más de siete mil millones de euros a la investigación y desarrollo de la siguiente generación de células y módulos de baterías de alto rendimiento. Dicha inversión tiene como objetivo construir una gigafactoría en Italia a través de su filial ACCure Battery Intelligence. Mercedes-Benz declaró que se uniría a Stellantis y Total Energies como socios en igualdad de condiciones (Kane, 2022). La estrategia de ACC parece centrarse en aprovechar su experiencia en diseño e ingeniería de vehículos eléctricos para convertirse en un proveedor líder de baterías avanzadas de ión-litio para vehículos eléctricos en Europa.

En cuanto a la producción de baterías sostenibles, Northvolt, creada en 2016, ha dado pasos considerables. La empresa sueca fue creada por dos antiguos ejecutivos de Tesla con el objetivo de fabricar la batería “más verde” del planeta. A día de hoy, hacen baterías con materiales reciclados. Está en proceso de construir una gigafactoría de última generación en Skellefteå (Suecia), que será una de las mayores fábricas de baterías de Europa. La fábrica utilizará fuentes de energía renovables, como la hidroeléctrica y la eólica, para minimizar su impacto ambiental. Las baterías de Northvolt están diseñadas para ser sostenibles y de alto rendimiento, con especial atención a la seguridad, la durabilidad y la eficiencia energética. La empresa colabora estrechamente con sus clientes para desarrollar soluciones personalizadas que se adapten a sus necesidades y aplicaciones específicas. Northvolt ya ha firmado contratos con varios grandes fabricantes de automóviles, como Volkswagen, BMW, Volvo y Scania, así como con proveedores de almacenamiento de energía y clientes industriales. (Northvolt, 2022) De hecho, en junio de 2019, Volkswagen invirtió aproximadamente 900 millones de euros en Northvolt, adquiriendo un puesto en el consejo de administración, así como alrededor del 20% de la empresa y dos años más tarde, en 2021, invirtió 500 millones más manteniendo constante su participación en dicha empresa. La capacidad anual de Volkswagen podría alcanzar los 40 GWh gracias a esta inversión, que permite a la empresa trabajar con Northvolt para fabricar sus células premium (El Periódico de la Energía, 2021). Además, en Europa, Northvolt ha acordado ser el único proveedor de baterías para Volvo Motors. Esta empresa a su vez ha obtenido importantes fondos de diversos inversores, como Goldman Sachs y el Gobierno sueco. Estos logros posicionan a Northvolt como un actor clave en la transición europea hacia las energías renovables (Battery technology, 2023).

Por último, cabe destacar, Envision AESC perteneciente también al mercado emergente del desarrollo y almacenamiento de dichas baterías. Fundada en 2007 como una empresa conjunta entre Nissan y NEC, Envision AESC ha ampliado desde entonces sus operaciones y su base de clientes, sirviendo ahora a una amplia gama de industrias que incluyen la automoción, el almacenamiento de energía y las aplicaciones industriales. La empresa tiene instalaciones de fabricación en Japón, China y el Reino Unido, así como una red mundial de centros de investigación y desarrollo (Envision AESC, 2023). Según un reciente artículo de Bloomberg, la antigua filial de Nissan, Envision, está invirtiendo 810 millones de dólares en la construcción de una planta de producción de baterías para abastecer a BMW. Cuando la planta empiece a funcionar en 2025, suministrará inicialmente a la corporación 30 GWh de electricidad. La instalación producirá celdas circulares de baterías de iones de litio destinadas exclusivamente a la tecnología BMW eDrive (Coppola, 2022). Además, en 2022, Mercedes declaró que Envision AESC suministrará a la fábrica de baterías de Mercedes-Benz en Bibb County, Alabama, módulos de baterías de alto rendimiento desde una nueva planta en EE.UU. Se espera que los suministros comiencen a mediados de la década. Markus Schaefer, miembro del Consejo de Administración de Mercedes-Benz Group AG y director de Tecnología, ha declarado: "Envision AESC será un importante proveedor que garantizará la capacidad de las próximas generaciones de nuestros productos Mercedes-EQ fabricados en EE.UU. en los próximos años. Con las soluciones de carbono neto cero y la tecnología de baterías de Envision AESC, esta nueva cooperación subraya nuestro enfoque holístico respecto a nuestra cadena de valor sostenible y nos permite asegurar los suministros, aprovechar las economías de escala y ofrecer a nuestros clientes una tecnología de baterías superior." (MBUSA Newsroom, 2022) Además de centrarse en ofrecer productos de alta calidad, Envision AESC se ha comprometido a promover la sostenibilidad y a reducir su impacto medioambiental. La empresa ha puesto en marcha una serie de iniciativas para lograr este objetivo, como el uso de fuentes de energía renovables en sus procesos de fabricación y el reciclaje de materiales.

Ventajas de los coches electricos

Frente a los coches de gasolina, los VE tienen grandes ventajas medioambientales, siendo un gran ejemplo de innovación tecnológica para luchar contra el cambio climático y mejorar la calidad de vida en la Tierra. Una de sus ventajas más importantes es el efecto que los vehículos eléctricos tienen sobre la calidad del aire. El óxido de nitrógeno y el dióxido de azufre son sólo algunos ejemplos de los contaminantes que emiten los coches de gasolina, siendo todos perjudiciales no solo para el medioambiente, sino que también para la salud humana. La Agencia Europea de Medio Ambiente calcula que el uso de vehículos eléctricos podría reducir la contaminación atmosférica en un 17-21% comparando con un automóvil diésel y en un 26-30% comparado con uno de gasolina (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2018). Además, en cuanto a la salud humana, los vehículos eléctricos también son mucho más silenciosos que los vehículos de combustión, lo que puede ayudar a minimizar la contaminación acústica en las zonas urbanas. Esto influye en la salud ya que la exposición a altos niveles de contaminación acústica se ha asociado a una serie de efectos perjudiciales para la salud, como enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo y trastornos del sueño, por lo que el aumento del uso de los coches eléctricos en las ciudades mejora la calidad de vida (Endolla Barcelona, 2021).

Otra ventaja es que los vehículos eléctricos también reducen el uso de recursos no renovables como el petróleo y el gas, que cada vez son más difíciles de obtener. Además, según un estudio de la *Union of Concerned Scientists*, los vehículos eléctricos emiten de media menos gases de efecto invernadero (GEI) que los de gasolina, incluso cuando la electricidad necesaria para propulsarse procede de centrales eléctricas de carbón. Esto se debe a que los vehículos eléctricos son más eficaces que los de gasolina a la hora de convertir la energía en movimiento, y a su vez, que las fuentes de energía renovables, como la eólica y la solar, se utilizan cada vez más para propulsar dichos vehículos eléctricos (Reichmuth et al., 2022).

De hecho, según un análisis, *Electric vehicles*, llevado a cabo por la International Energy Agency (IEA) en 2022 basado en datos del ejercicio anterior, en 2021, la flota mundial de vehículos eléctricos consumirá unos 50 TWh de electricidad, es decir, menos del 0,5% del consumo final de electricidad actual. Este mismo año, la adopción de los VE redujo el consumo de petróleo en unos 0,3 Mb/d. Además, según este mismo análisis, los automóviles eléctricos son la principal tecnología para descarbonizar la industria del transporte por carretera, que genera el

16% de todas las emisiones mundiales. Si se mantiene el aumento registrado en los dos años anteriores (2019-2020), las emisiones de CO₂ de los automóviles podrían encaminarse hacia el escenario de emisiones netas cero para 2050.

Por lo tanto, los coches eléctricos tienen el potencial de reducir drásticamente los daños medioambientales y contribuir a crear un futuro más sostenible ya que como hemos visto, dan lugar a una mejor calidad del aire, menos emisiones de gases de efecto invernadero y reduce el uso de los recursos no renovables.

Problemática

A pesar de que el avance tecnológico de los vehículos eléctricos en la industria del transporte tenga altos beneficios para el medioambiente, también da lugar a un gran problema que no ha hecho nada más que empezar. Debido al uso generalizado de vehículos eléctricos, la demanda de materias primas para las baterías y la capacidad de fabricación aumentaron a gran escala el año pasado, contribuyendo al crecimiento continuo de la industria mundial de baterías. El sector aumentó hasta los 48.400 millones de dólares, y en ese mismo año se recaudaron 39.000 millones de dólares más de capital que en el año anterior (33.000 millones de dólares). Sin embargo, los fabricantes de VE, baterías y componentes de las baterías que cotizan en bolsa han quedado por detrás del mercado en 2022. El plazo estimado para que los vehículos eléctricos alcancen la paridad de costes con los vehículos de combustión se ha retrasado hasta 2026, después de que los precios de las baterías subieran por primera vez en 20 años, un 7% interanual, hasta 138 \$/kWh en el pack. Las principales dificultades han sido la escasez de equipos, materias primas, personal y conocimientos técnicos de fabricación, así como problemas de producción relacionados con el rendimiento y las tasas de rampa. (Volta Foundation Battery Report, 2022)

No obstante, el gran dilema surge cuando las baterías utilizadas en los vehículos ya no pueden utilizarse para arrancar los coches eléctricos y se convierten en residuos altamente contaminantes. Los componentes tóxicos de las baterías de los VE pueden filtrarse al medio ambiente y tener un impacto negativo en el suelo, el agua, el aire y hasta provocar incendios si no se tratan adecuadamente. Además, en la actualidad, la mayoría de las baterías usadas se depositan en vertederos o se queman, lo que puede emitir sustancias químicas peligrosas a la

atmósfera. Y como se ha demostrado anteriormente, en los próximos años, los residuos de baterías van a aumentar significativamente. La empresa londinense de investigación sobre reciclaje de almacenamiento Circular Energy Storage, estima que 1,2 millones de toneladas de baterías de iones de litio habrán superado su vida útil en menos de diez años. (Magazine, 2019). Debido a esta importante preocupación medioambiental, es necesario que haya mejores técnicas de reciclado y eliminación de baterías ya que para que los VE sean sostenibles a largo plazo, hay que desarrollar soluciones de reciclaje o reutilización eficientes.

Análisis del mercado de las baterías recicladas y reutilizadas

El mercado de reciclaje y reutilización de baterías de coches eléctricos se encuentra en una fase temprana de desarrollo, pero se espera que experimente un crecimiento significativo en los próximos años. Esto se debe a la creciente demanda de vehículos eléctricos y a la necesidad de gestionar adecuadamente las baterías al final de su vida útil como mencionado anteriormente. Según un reciente estudio de Research and Markets, se prevé que el mercado mundial de baterías de segunda mano pase de 19.710 millones de USD en 2021 a 34.750 millones de USD en 2027, siendo un incremento del 76,31% en tan solo 6 años, con una TCAC del 9,90% durante el periodo de previsión. El mercado de baterías de segunda mano alcanzará un TAM de 34.800 millones en 2027, frente a los 19.700 millones de 2021, siendo un 72,59% mayor (Research and Markets, 2022)

El mercado de baterías para almacenamiento de energía solar, mercado en el cual entran las baterías ya utilizadas, está experimentando un notable crecimiento, impulsado por diversos factores como el aumento de las inversiones en energías renovables, las políticas gubernamentales de apoyo y la creciente adopción de sistemas de energía solar y almacenamiento en baterías. Fortune Business Insights, en un estudio sobre el mercado de almacenamiento de energía en las baterías publicado en marzo del año pasado, estima que el mercado de almacenamiento de energía en baterías crecerá de 10.880 millones de dólares en 2022 a 31.200 millones de dólares en 2029, un aumento del 186,76% en menos de 10 años, con una CAGR del 16,3%. La pandemia Covid-19 condujo a una demanda más alta de lo previsto en este mercado, lo que resultó en un aumento de alrededor del 33,6% en el mercado en 2020 en comparación con 2019. En 2021 la cuota de mercado de almacenamiento de energía en las

baterías de ion de Litio era del 98% frente a los otros tipos de baterías existentes [Gráfico 2]. Además, se espera que la cadena de baterías de iones de litio experimente un enorme crecimiento entre 2022 y 2030, según el informe "Battery 2030: Resilient, Sustainable, and Circular", publicado recientemente en colaboración con McKinsey. El informe actualizado prevé un crecimiento anual superior al 30% para toda la cadena de las baterías de iones de litio, desde la extracción hasta el reciclado, entre 2022 y 2030. Este crecimiento se traduciría en un valor superior a 400.000 millones de dólares y un tamaño de mercado de 4,7 TWh (Fortune Business Insights, 2022).

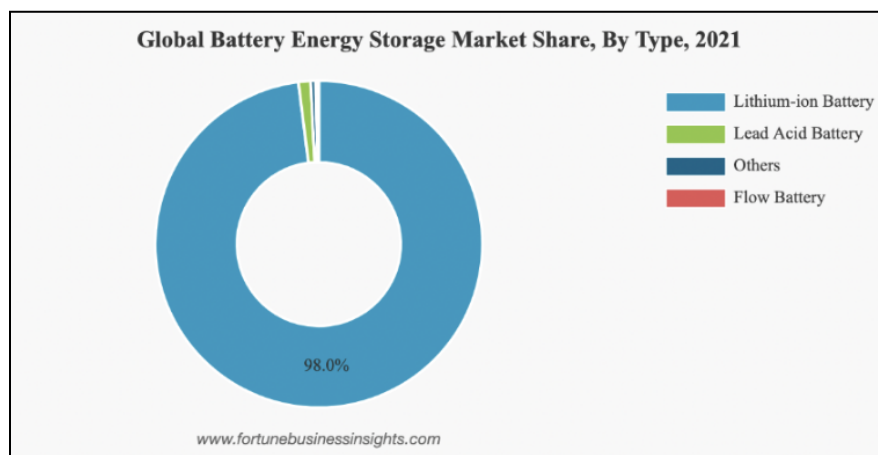


Gráfico 2: Cuota de mercado mundial del almacenamiento de energía en baterías por tipo de batería en 2021

Uno de los principales motores de este crecimiento es el aumento de las inversiones en el sector de las energías renovables. En particular, el análisis *Batteries for Solar Energy Storage Market Forecast to 2028* realizado en Julio del 2022, destaca las asociaciones e inversiones que se están realizando para desarrollar alternativas asequibles a las baterías de iones de litio. Por ejemplo, Reliance Industries Ltd tiene previsto invertir 50 millones de dólares en Ambri Inc, una empresa estadounidense de almacenamiento de energías renovables, para impulsar la innovación en tecnología de baterías. Las políticas e incentivos gubernamentales están desempeñando un papel crucial en la promoción de la instalación de paneles solares y, en consecuencia, impulsando la demanda de baterías para el almacenamiento de energía solar. Países como China, EE.UU. e India han puesto en marcha normativas y planes de apoyo como tarifas de alimentación, créditos

fiscales a la inversión y subvenciones de capital. Estas medidas animan a particulares y empresas a adoptar la generación de energía solar y contribuyen al crecimiento del mercado. De hecho, la región de Asia-Pacífico ostenta actualmente la mayor cuota del mercado de baterías para almacenamiento de energía solar. Esto puede atribuirse a las importantes inversiones en la industria de la energía solar y a que es donde se encuentran los mayores proveedores de dichas baterías como mencionado anteriormente. Por ejemplo, Risen Energy Co. Ltd, una empresa china de energía solar ha previsto una importante inversión en Malasia para ampliar su capacidad de producción. Estas inversiones en la región están impulsando la dinámica del mercado y reforzando aún más las perspectivas de crecimiento. A medida que los actores clave sigan contribuyendo con sus avances y capacidades tecnológicas, se espera que el mercado sea testigo de un progreso notable.

En España, el gobierno español está implementando políticas para fomentar el reciclaje y la reutilización de las baterías de los coches eléctricos, pero por ahora a una escala menor que los países ya mencionados. En 2020 se lanzó el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima abordando los años entre 2021-2030 el cual persigue una reducción de un 23% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990 y establece medidas específicas para fomentar la economía circular y la gestión adecuada de los residuos, incluyendo las baterías de los vehículos eléctricos. Entre las medidas, se incluyen el fomento de la investigación y el desarrollo de las tecnologías de reciclaje, así como la promoción de la reutilización de los componentes de baterías. Además, según la Estrategia Española de Economía Circular 2030, se busca fomentar la reutilización de componentes de las baterías de los vehículos eléctricos y se establecerán incentivos para promover el reciclaje de estas baterías. Por lo que, como recién demostrado, el mercado de las baterías utilizadas ya siendo el mercado de las de segunda mano o el enfocado al almacenamiento de energía es una buena oportunidad para hacer crecer un negocio ya que está en pleno crecimiento, mucha mejora es necesaria y apunta a que cada vez haya una mayor inversión en él.

En abril de este año, Iberdrola ha anunciado que a través de su programa PERSEO Venture Builder, junto con FCC y Glencore, una de las mayores corporaciones diversificadas de recursos naturales del mundo, han asumido un gran reto en el sector energético. Ambas empresas se han juntado para cooperar en la construcción de una instalación especializada que busca crear

soluciones de reciclaje de baterías de iones de litio a escala industrial en la Península Ibérica. Glencore, importante productor y reciclador de los metales necesarios para la fabricación de baterías, aporta a la asociación sus vastos conocimientos y recursos. FCC es proveedor líder de servicios de gestión de residuos en Portugal y España, y va a compartir sus conocimientos sobre la gestión integrada de residuos comerciales e industriales. A través de su iniciativa PERSEO Venture Builder, que prioriza facilitar el acceso a tecnología de vanguardia, Iberdrola, líder mundial en energías renovables, busca avanzar en sostenibilidad y actuar frente a este problema antes de que sea aún mayor.

En asociación con el Centro Ibérico de Investigación en Almacenamiento de Energía, la colaboración implica la realización de una investigación exhaustiva de la industria prospectiva de reciclaje de baterías en la Península Ibérica. Las partes colaboran en la búsqueda de socios tecnológicos aceptables para la construcción de la instalación especializada. La instalación, que permite la preparación de baterías de ion de litio para su posterior refinado, será gestionada por FCC.

La alianza pretende establecer acuerdos estratégicos para la recuperación efectiva de las baterías de litio, abarcando tanto los rechazos de fabricación como las baterías al final de su vida útil. Con ello, la iniciativa pretende extender su impacto positivo a otros actores a lo largo de toda la cadena de valor, fomentando la investigación y el desarrollo para la circularidad efectiva de estos materiales lo que también dará lugar a un aumento del interés peninsular en este mercado (Iberdrola, 2023).

Diferencia entre la reutilización y el reciclaje

Existen diferencias entre los dos métodos posibles para disminuir los efectos nocivos que dan lugar las baterías de los coches: reutilización o reciclaje de la batería.

Reutilización

Reutilizar una batería de un vehículo eléctrico es el proceso de usar una batería usada de un vehículo eléctrico que ya no es apta para su uso en el vehículo y reutilizarla para usos que no exigen el nivel de densidad energética o fiabilidad de una batería de primera generación. Entre estos usos podrían estar los sistemas estacionarios de almacenamiento de energía que se encuentran en hogares o empresas, así como los sistemas de energía fuera de la red. La reutilización de las baterías de los vehículos eléctricos alarga su vida útil y reduce los residuos y la demanda de fabricación de nuevas baterías.

Las baterías reutilizadas son más valiosas que los materiales reciclados, ya que pueden funcionar igual que un pack de baterías que nunca se ha utilizado. Reutilizar las baterías es más económico que utilizar una nueva, sobre todo para aplicaciones de sistemas de almacenamiento de energía, ya que el precio de las baterías nuevas ha subido hasta una media de 151 \$/kWh . Sin embargo, dependiendo del tipo de batería y sus componentes químicos, no todas son adecuadas para ser reutilizadas ya que dependen de si son seguras (estas baterías tienden a incendiarse), sus ciclos de vida, las curvas de degradación y las características de descarga eléctrica datos que se pueden obtener tras realizar un diagnóstico sobre su salud (la de la batería ya utilizada) (Volta Foundation Battery Report, 2022).

Reciclaje

Por otra parte, reciclar una batería de un vehículo eléctrico implica desmontarla para extraer las piezas que la componen, ya que pueden contener elementos útiles como litio, cobalto, níquel y aluminio. Al reciclar estos materiales se reduce la demanda de materias primas y su extracción, así creando menos residuos lo que es muy positivo para el medioambiente. Dicho de forma más concreta, el uso de los metales reciclados gracias a dicho reciclado, pueden contribuir a reducir el riesgo de la cadena de suministro de los materiales necesarios para la producción de baterías, a reducir los residuos en los vertederos y las emisiones de CO₂ en el ciclo de vida de las baterías, y también a cumplir la legislación sobre las "normas de origen". Dependiendo de la química

concreta del tipo de batería, el procedimiento de reciclado puede variar, aunque a menudo conlleva procedimientos como la trituración, el desmenuzado y la fundición. Una vez limpios, los minerales y metales del proceso de extracción se utilizan para crear nuevas piezas. Este proceso puede ayudar a desarrollar una economía circular para las baterías y reducir los efectos medioambientales negativos de su fabricación y eliminación aunque cabe destacar que es un proceso con alto coste: en Asia por ejemplo, los costes de reciclaje (de los procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos) oscilan entre 8 y 10 dólares por kWh y entre 10 y 12 dólares por kWh, respectivamente, mientras que en Occidente, los costes oscilan entre 18 y 22 dólares por kWh y entre 12 y 14 dólares por kWh, respectivamente. Por lo tanto, cuestiones como los costes de recogida y transporte, los índices de recuperación de materiales, el valor de mercado de los recursos recuperados y la basura generada durante el proceso de reciclaje pueden resultar en un problema al tomar esta medida. (Volta Foundation Battery Report, 2022)

Importancia del diagnóstico de la salud de la batería

Ambos métodos son beneficiosos, pero dependen de qué se busca como función final, qué es necesario, de qué tipo de batería se trata, pero sobre todo depende de cuál es el estado de salud de dicha batería que ya no puede arrancar el vehículo: cuál es su capacidad restante. Es decir, es necesario un diagnóstico de la salud actual de la batería para que estos métodos se lleven a cabo. Se han puesto en marcha numerosos programas para fomentar el reciclaje y la reutilización de las baterías en un esfuerzo por resolver este problema. Por ejemplo, la Unión Europea ha introducido la directiva de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la directiva de RAEE para llevar a cabo el gran problema que requiere el crecimiento de los RAEE describiendo diferentes procedimientos de reutilización y reciclaje a los que pueden someterse los distintos tipos de RAEE. Estos distintos tipos de RAEE, en España están reguladas por Además, el Real Decreto 110/2015 sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, el cual está actualizado en parte por el Real Decreto 27/2021 lo que nos informa la gran importancia que conllevan dichos residuos (ERP España, 2023).

Además, empresas como Tesla, Toyota, Nissan han creado iniciativas para recolectar y reutilizar partes de las baterías de los vehículos eléctricos (R. D. Y. G. Coppola, 2022). Nissan de hecho va a empezar a trabajar con una start-up, ReLyon Energy, que se centra únicamente en dicho proceso, reciclar las baterías retiradas. (St. John, 2023).

Procesos de reciclaje y reutilización actuales

No obstante, a día de hoy resulta muy caro reutilizar y reciclar las baterías, ya que es imposible comprobar el estado de salud de una batería de forma rápida, precisa y a gran escala. Los sistemas de gestión de baterías disponibles en la actualidad no han sido capaces de controlar el deterioro de las baterías en un entorno práctico ya que se limitan a controlar la tensión, la corriente y la temperatura de estas. Estas medidas no funcionan bien cuando se trata de predecir la vida útil de la batería (Medela, 2022). Por lo que, una batería perfectamente decente puede desperdiciarse si no se está seguro de cuánto va a durar. Además, la prueba de referencia para medir la salud de una batería usada a día de hoy son los ciclos de la batería. Mediante la monitorización de la respuesta de la célula a lo largo del tiempo durante los ciclos de carga/descarga, un proceso de ciclado de baterías analiza el funcionamiento de la batería. Se pueden evaluar numerosos factores, como la capacidad de la batería, la eficiencia y la autodescarga, mientras se realiza el ciclo de la batería. No obstante, aunque la prueba tradicional de carga/descarga utilizada en el ciclado de baterías evalúa el impacto global de todas las reacciones electroquímicas que se producen en el interior de la célula, este proceso requiere más de 6 horas y además tiene un alto coste (ST Instruments B.V., 2023).

Como se explicará a continuación, ReJoule ofrece una solución para realizar el diagnóstico de la salud de las baterías que dura entre 30 segundos y 10 minutos. Esta solución cuenta con una precisión del 95% en comparación con la prueba de referencia (ciclado), que requiere y además puede utilizarse en cualquier tipo de batería no en uno concreto.

¿Qué es ReJoule?

ReJoule es una startup con sede en Los Ángeles, California que maximiza el valor de las baterías. Fundada en mayo del 2017 por dos hermanos: Steven y Zora Chung. Steven con siete años de experiencia en los sistemas de baterías, incluida una maestría en ingeniería eléctrica, es el director ejecutivo. Zora dirige las finanzas y el desarrollo empresarial de ReJoule. El desarrollo de ReJoule se ha financiado mediante subvenciones y cuentan con 6 clientes desde el año pasado en 3 de los 7 continentes, cómo se puede ver detallado en el *gráfico 3*: Asia, América

del Norte y Europa. Actualmente, la start-up sigue en pleno crecimiento, levantando la segunda ronda de financiación (seed round). (ReJoule, 2023)

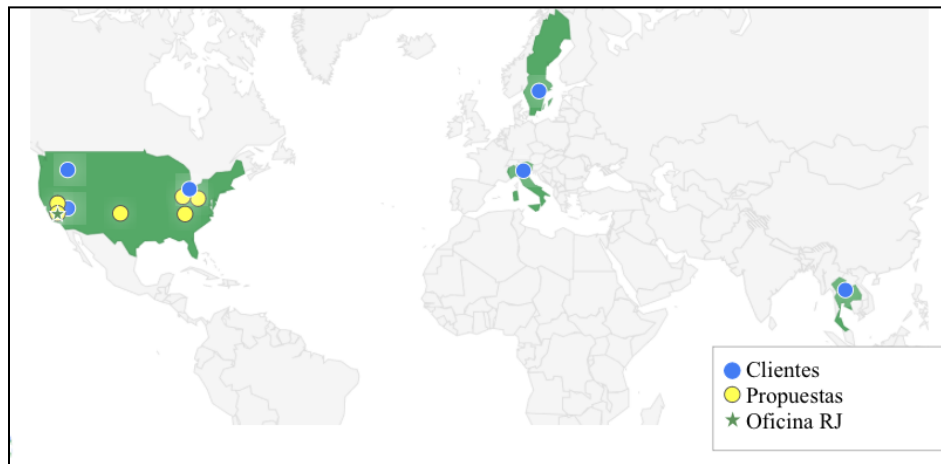


Gráfico 3: Localización Geográfica clientes actuales de ReJoule

El principal objetivo de ReJoule es dar una segunda vida a las baterías, centrándose en las baterías de Litio. Para poder realizar dicha reutilización, lo que se denomina también como segunda vida, ReJoule ha desarrollado una tecnología compuesta por Hardware (HW), Software (SW) y una plataforma en la nube de algoritmos que interpretan los datos, que lleva a cabo un chequeo técnico de las baterías para ver el potencial que siguen teniendo y ver entonces sus posibles funciones sostenibles; lo mencionado anteriormente, informa sobre el estado de salud de las baterías usadas.

ReJoule ha sido pionera en una tecnología que reduce drásticamente el coste y la complejidad de la clasificación de las baterías de los vehículos eléctricos. La innovación de ReJoule permite clasificar una batería en cuestión de minutos en lugar de horas como mencionado anteriormente ya que no requiere la instalación de equipos de ciclado que requiere un gran coste económico y reduce la necesidad de enviar las baterías a una instalación central. Por lo que además de reducir el tiempo del proceso para obtener resultados, elimina la necesidad de transportar las baterías, haciendo que el proceso sea aún más rápido. Además, esta tecnología no requiere especialización técnica, puede utilizarse por trabajadores que pueden no tener un título de ingeniería ya que las instrucciones de cómo realizar la ejecución del diagnóstico de salud de la batería tienen un seguimiento fácil, simple y claro. De hecho, si no fuese así esto sería un gran problema ya que, en Estados Unidos, por ejemplo, en el departamento de trabajo (U.S. Department of labour) sólo

el 3% de los técnicos automovilísticos están formados para trabajar con baterías de alto voltaje así que esta tecnología puede usarse por el 97% restante.

El HW, el SW y los algoritmos utilizados en dicha tecnología están a la espera de ser patentados. Mientras que el software y los algoritmos interpretan los datos para obtener información sobre la salud de la batería, el HW puede medir datos cruciales sobre la salud de la batería y es necesario para que sean traspasados al software y de ahí obtener los resultados mediante la plataforma en la nube de algoritmos. Dicho HW puede ser de dos formas: Battscan050 que crea un diagnóstico de las baterías una vez están fuera del coche o Battscan045 que hace un diagnóstico de las baterías a través del puerto de carga del VE. El primer producto puede hacer un diagnóstico de las células o módulos de células que componen las baterías mientras en segundo solo puede el pack de batería entero. Dicha tecnología se trata de un sistema de gestión de baterías avanzado para los VE y sistemas de almacenamiento de energía a gran escala.

Esta solución hace que sea posible prolongar la vida útil de las baterías a lo largo de todo su ciclo de vida y da lugar a una economía circular. Las comprobaciones de salud que ofrece permiten a los fabricantes de automóviles ajustar sus algoritmos de seguimiento de la batería para minimizar los gastos de garantía y mantenimiento mientras la batería sigue en el coche. Además, puede utilizarse para determinar el valor residual de la batería, que puede influir en las valoraciones de los vehículos eléctricos usados.

En cuanto al impacto medioambiental, el método utilizado por ReJoule para reutilizar las baterías reduce las emisiones de GEI de varias maneras ya que se disminuye la producción de nuevas baterías y su traslado, tanto de las nuevas como de las ya usadas. Al no ser necesaria una nueva fabricación, la reutilización reduce las emisiones y el uso de agua en la producción de nuevas baterías de litio. En un estudio sobre el impacto medioambiental realizado el año pasado ReJoule calculó que la reutilización de las baterías evita el consumo de más de 300 barriles de petróleo que habrían sido necesarios para su creación, ahorrando 250 toneladas métricas (TM) de emisiones equivalentes de carbono (CO₂e) y unos 7 millones de litros de agua (Majeau-Bettez et al., 2011). Además, en Octubre del 2022 utilizaron baterías de camiones electrónicos para dar energía a un edificio comercial ahorrando 2.813 TM de CO₂e. Al optimizar el potencial de cada batería lo que es equivalente a reducir la circulación de 605 vehículos al año, evitar el uso de

276 mil litros de diesel, cargar 342 millones de smartphones menos y es equivalente a ahorrar el consumo anual de electricidad de 548 familias. Si este impacto se ha realizado con un proyecto, la capacidad que tiene el uso de dicha tecnología en el impacto positivo en el medio ambiente es de gran potencial para la mitigación de GEI (ReJoule, 2022).

Plan de negocio

Estrategia de crecimiento

A continuación, se propondrán algunas medidas para convertir a ReJoule en la empresa líder en el mercado de diagnóstico de la salud de las baterías de vehículos eléctricos y de segunda vida, entendiendo estas dos opciones como sus principales oportunidades de crecimiento en curva S en los próximos diez años, donde es necesaria una gran inversión inicial hasta conseguir rentabilidad. Un gráfico de curva en S ayuda a describir, visualizar y prever el éxito de una empresa a lo largo del tiempo. Muestra la información total, incluidas las horas del proyecto, los costes, los volúmenes o el progreso a lo largo del tiempo. Este análisis es utilizado para detectar rápidamente el crecimiento, los fallos y los posibles problemas que pueden requerir atención inmediata (Weidinger, 2023). ReJoule puede aprovechar 2 motores de crecimiento - el conocido como el modelo de crecimiento de motor pegajoso y el crecimiento de publicidad de pago, ambos crecimientos muy comunes en el mundo Start-up.

En primer lugar, el modelo de crecimiento de motor pegajoso significa que una vez el producto haya sido utilizado por un cliente, le resultará difícil cambiarlo. El producto pasa a convertirse en un estándar para el cliente y ayuda a definir cómo se mide, rastrea y almacena el diagnóstico de salud de la batería lo que hace que el producto sea más valioso para el cliente cuanto más tiempo lo utilice. Esto también hace que sea más difícil que el cliente se cambie a un competidor ya que todos los datos almacenados desde el inicio de su uso son más valiosos y tienen una mayor precisión sobre la batería.

En segundo lugar, el motor de crecimiento de publicidad de pago significa simplemente que adquirir cada cliente tiene un coste. ReJoule paga por publicidad o invertir en un equipo de ventas e ingeniería de aplicaciones para obtener clientes. También otra opción es construir una biblioteca de modelos de baterías por adelantado, lo que facilita a las empresas trabajar sobre la

base de la calificación como servicio. Esto significa que ReJoule tendría que hacer un seguimiento de ese coste de adquisición de clientes (CAC), así como del valor de vida de un cliente (LTV). El margen entre el LTV y el CAC determina la velocidad a la que girará el motor de crecimiento de pago (De ThePowerMBA, 2023).

En cuanto al mercado de las baterías de segunda vida, los pasos a seguir a largo plazo en cuanto al plan de negocio serían los siguientes.

1. Abrir camino hasta tener más de 10 clientes: Conseguir clientes y encontrar una secuencia de obtención de resultados. Este último punto se refiere a hacer un estudio sobre cómo la empresa capta a sus clientes: a través de eventos, red social, menciones en artículos... Definir bien la forma en la que los clientes son encontrados es crucial. Una vez obtenidos los clientes, es muy importante perfeccionar el producto, la tecnología y el modelo de negocio de acuerdo a los comentarios y los problemas que encuentren dichos clientes.
2. Lograr la adecuación del producto al mercado para el mercado de baterías de segunda vida. Para ello es necesario identificar a todos los participantes del ecosistema y saber qué impulsa las necesidades y la toma de decisiones de compradores, proveedores, mercados, etc. Las métricas clave serían el coste de adquisición de clientes, el número de baterías calificadas al mes, el margen de beneficio neto, las unidades vendidas, la rotación, la tasa de retención, el porcentaje de nuevos clientes, el valor creado y la satisfacción con el precio.
3. Establecer las bases para la escalada de ReJoule constaría de dos puntos principales:
 - Reducir los factores que limitan el crecimiento. Estos incluyen:
 - Alto coste o que sea difícil o suponga demasiado trabajo la consecución de muestras de baterías
 - No disponer de la infraestructura de datos necesaria para satisfacer la demanda de los clientes
 - Mala calidad de producto (en el peor caso puede suponer la puesta en peligro de la seguridad ya que los químicos en las baterías son altamente inflamables)
 - Falta de canales para hacer llegar el producto a los clientes lo que daría lugar a una mala distribución.

- Incorporar factores de crecimiento al modelo de negocio de la empresa. Estos incluyen:
 - Un mercado global y de servicios suficientemente grande
 - Un buen modelo de distribución que aproveche los recursos existentes
 - Márgenes brutos ($SW > HW$)
 - Efectos de red: el producto adquiere más valor a medida que más personas lo utilizan
 - Adherencia o coste de cambio elevado. Crea una barrera natural de entrada para los competidores
- 4. Etapa de crecimiento en el mercado. Una vez se tengan consolidados los puntos anteriores es necesario escalar rápidamente para adquirir cuota de mercado. Esto significa que ReJoule obtendrá financiación de riesgo para financiar la ampliación, es decir una alta financiación cuyo retorno de inversión es muy elevado pero que tiene escasa probabilidad de éxito. Durante esta etapa de crecimiento, Rejoule se convertiría en la principal empresa de baterías de segunda vida.
- 5. Construir un foso competitivo: Una vez alcanzada una posición dominante en el mercado, ya no será necesario invertir en crecimiento. En su lugar, ReJoule se centraría en mantener la ventaja competitiva y la cuota de mercado.

En cuanto al mercado de diagnóstico de la salud de las baterías de los VE, los pasos serían los mismos, pero cambiando el nicho de mercado.

Escenario ideal de ReJoule como líder de baterías de segunda vida

Para el crecimiento de un negocio siempre hay que tener en consideración cuál sería el escenario ideal; hasta dónde puedes llegar. En la *tabla 2* a continuación se detalla un escenario ideal de cómo sería el escenario ideal de ReJoule como negocio líder de las baterías de segunda vida. El mayor reto en este mercado es detallar cual es el comprador ideal y cuánto están dispuestos a pagar.

Tabla 2: Escenario Ideal de ReJoule como líder de baterías de segunda vida

Cliente	Proveedores - Fabricantes de equipo original, desguaces	Compradores - empresas sostenibles/ reparadores de coches
Producto / Servicio	<p>Baterías usadas</p> <p>API (interfaz de programación de aplicaciones) para captar las medidas del mercado</p> <p>Seguimiento y mantenimiento de los datos de las baterías usadas</p>	
Recopilación de datos	<p>Mientras se realiza el diagnóstico de salud del primer grupo de las baterías (siendo estas del mismo modelo)</p>	
Modelo de negocio	<p>Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos</p>	<p>Servicios de ingeniería - como pone en uso el HW</p> <p>Servicio de gestión de datos y activos de baterías</p> <p>Venta de producto (HW)</p>
Propuesta de valor	<p>Catalogar las baterías de VE y proporcionar datos que permitan a los clientes capitalizar los activos de baterías usadas inactivas.</p> <p>El producto es de fácil ejecución y reduce las barreras que lo dificultan, como los largos tiempos de prueba, los elevados costes de envío y almacenamiento, la complejidad de la integración y la compatibilidad, y la responsabilidad.</p>	<p>Datos fiables sobre baterías con bajo coste.</p> <p>Baterías "verdes": cada batería viene con una reducción de GEI basada en la fabricación compensada. Mantenimiento de baterías usadas (si se ha ayudado a construir el sistema).</p>

Fuerzas externas	Regulación inminente: EPR en China y Europa Baterías más duraderas	Nuevos precios de las baterías: Retos en la cadena de suministro y el abastecimiento de baterías. Cumplir Normativas gubernamentales
Tamaño del mercado	TAM: todas las baterías de VE	TAM: Baterías de velocidad reducida de VE
Distribución	Asociación de proveedores, logística y fabricación. Llevar el producto a los almacenes que procesan baterías de segunda vida y a los almacenes de los fabricantes de equipos originales que almacenan baterías usadas de vehículos eléctricos.	Asociarse con mercados de baterías de segunda vida: convertirse en los "diagnosticos preferentes" para los mercados Producto de baterías de segunda vida (HW) listos para usar en lugar de pedidos personalizados
Margen bruto	Bajo durante los primeros años. Con el tiempo, reutilización del HW mediante actualizaciones y monetización de las suscripciones de SW frente a las ventas de HW. Los costes de los certificados son elevados al principio y se reducen con el tiempo.	

<p>Efectos de red - impacto de entrada</p>	<p>Efectos de red a dos bandas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● compradores y vendedores en un mercado de baterías de segunda vida ● Base de datos de baterías usadas - ayuda a definir la garantía de segunda vida, financiación, seguros. <p>Red localizada - Centrarse en los fabricantes de equipo original. Los esfuerzos de dar segunda vida a las baterías deben mantenerse en los locales donde se encuentra el suministro de baterías para minimizar los costes relacionados con el envío. Convertirse en el líder de baterías de segunda vida de un fabricante de equipo original en una región dificulta la entrada de nuevos competidores.</p> <p>Es importante siempre tener en cuenta la compatibilidad y normativa que hay que cumplir dependiendo del país.</p>
<p>Escalabilidad operativa: planes para escalar; organización para satisfacer la demanda.</p>	<p>Asociarse con proveedores, logística, fabricación. Despliegues de SW > HW.</p> <p>¿Cómo obtener datos de las baterías sin incurrir en costes?</p> <p>Socios clave: Contratar fabricantes para construir HW, buen canal de distribución y buenos recolectores de los algoritmos que interpretan los datos de las baterías</p> <p>Proveedores de servicios en la nube (algoritmos)</p>

Escenario ideal de ReJoule líder en el mercado del diagnóstico de salud de las baterías de los VE.

A continuación, se desarrollará el escenario ideal para ReJoule cómo líder en el mercado del diagnóstico de salud de las baterías de los VE. El mayor reto en este mercado es cuánto tiempo hay que trabajar con los fabricantes de las piezas de los coches originales y cómo se puede reducir los costes de desarrollo de los modelos necesarios para cada tipo de batería.

Tabla 3: Escenario Ideal de ReJoule líder en el mercado del diagnóstico de salud de las baterías de los VE.

Clientes	División de servicios de los fabricantes de equipo original	Clientes de flotas de vehículos	Concesionarios de coches usados
Producto / Servicio	HW Base de datos de baterías para su seguimiento y mantenimiento + integración API con herramientas para los fabricantes de equipo original Infraestructura de datos de baterías para enlazar directamente con bases de datos de segunda vida Servicios de pruebas de baterías para los fabricantes de equipo original		
Recopilación de datos	Igual que en el escenario anterior. Crear modelo si es necesario (nuevo tipo de baterías, no están en el catálogo de ReJoule). 10-30 baterías del mismo modelo son necesarias		
Modelo de negocio	Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos Servicios de gestión de datos y activos de baterías	Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos	

Propuesta de valor	<p>Calibrar los algoritmos existentes para lograr un seguimiento más preciso - hay que maximizar la precisión, cuanto más preciso, más valor.</p> <p>Ayudar a los fabricantes de equipo original que suministran los productos necesarios de los VE a cumplir los requisitos normativos.</p> <p>Capacidad para probar módulos de baterías e intercambiarlos de forma segura para mejorar la infraestructura de fabricación y realizar un seguimiento de los activos de baterías usados a medida que envejecen sobre el terreno.</p> <p>Certeza en el valor residual y el valor al final de la vida útil.</p>		<p>Certeza en el valor residual y el valor al final de la vida útil para maximizar la rentabilidad.</p>
Fuerzas externas	<p>Consejo de Recursos del Aire de California (CARB) y ACC</p>	<p>Deben trabajar con los fabricantes de las piezas de los coches originales en la integración del software</p>	<p>La escasez en la cadena de suministro hace subir el valor de los coches usados</p>
Tamaño del mercado	<p>TAM: todas las baterías de VE</p> <p>SAM: VE con packs de módulos de células</p> <p>SOM: VE comerciales pequeños y modelos específicos de equipos originales</p>		<p>TAM: todos los vendedores de coches usados</p> <p>SAM: EE.UU. y UE</p> <p>SOM: centros pesados de VE</p>
Distribución	<p>Llegar a los centros de servicio a través de los fabricantes de equipos originales</p> <p>Llegar a los equipos de fabricación a través de los clientes de flotas de vehículos</p> <p>Presente: Trabajar con redes de recarga/participación de aficionados para obtener datos</p> <p>En el futuro: Trabajar con los fabricantes de equipos originales y baterías para desarrollar los distintos modelos de HW para los distintos modelos de baterías antes de la fase de selección.</p>		

Margen bruto	Bajo durante los primeros años. Con el tiempo, reutilizar el HW mediante actualizaciones y monetizar las suscripciones de software frente a las ventas de HW. Costes de fabricación elevados al principio y reducidos con el tiempo.
Efectos de red - impacto de entrada	<p>Efectos de red a dos bandas</p> <p>Baterías de segunda vida y posventa - más actividad en el uso de las baterías de segunda vida hace que el producto posventa sea más valioso.</p> <p>Base de datos de baterías - ayuda a hacer cumplir las reclamaciones de garantía.</p> <p>Compatibilidad y normas</p> <p>Es importante siempre tener en cuenta la compatibilidad y normativa que hay que cumplir dependiendo del país.</p>
Escalabilidad operativa - planes para escalar; organización para satisfacer la demanda	<p>Interna</p> <p>Alineación del equipo en la misión de la empresa</p> <p>Equipos separados y muy especializados en sus roles: productos de hardware, productos de datos y segunda vida.</p> <p>Modelo de negocio que añade más valor al cliente que el coste del diagnóstico</p> <p>Realizar un seguimiento de las métricas de coste y valor</p> <p>Socios: Fabricantes por contrato, empresas de carga, recopiladores de los algoritmos que interpretan los datos de las baterías, proveedores de servicios en la nube (algoritmos)</p>

Estudio de los clientes de ReJoule

Una de las mayores dificultades que he encontrado y la cual es necesaria para el crecimiento de ReJoule es definir el cliente perfecto.

¿Qué es un cliente?

Para realizar una venta, muchas veces, intervienen conflictos de intereses, y no siempre sabemos exactamente con quién estamos hablando. Por esta razón es necesario tener una buena clasificación de clientes, saber sus necesidades, preferencias y objetivos. Otro factor que hay que tener en cuenta es que dentro de grandes empresas, como son las empresas automovilísticas, hay

muchos departamentos que no siempre hablan entre sí y apenas saben en qué se están centrando en desarrollar. Por esta razón es importante saber si el producto está siendo vendido al equipo de ingeniería, al equipo de servicio o de piezas de recambio, al departamento de innovación, al de sostenibilidad, etcétera. Las personas de diferentes departamentos buscan cosas totalmente distintas. Stellantis es una empresa global con más de 300.000 empleados. A la mayoría no les interesa ReJoule ni sus productos, pero es importante asegurarse saber encontrar a las cinco personas con las que sí tiene, puede o es interesante hablar.

Clientes potenciales de ReJoule

Los principales clientes de ReJoule son:

- Proveedores de segunda vida: Principalmente este grupo está compuesto por fabricantes de equipo original ya que son las empresas que se centran en la producción de productos originales, es decir los productos que se utilizan como componentes en los productos de otra empresa siendo este caso las baterías de los VE, departamentos centrados en el fin de vida de las baterías y desmanteladora de vehículos.
- Compradores de baterías de segunda vida: Los principales miembros de este grupo son las empresas sostenibles que quieren almacenar energía solar y reparadores de coches (soluciones económicas para transportes).
- Departamentos de servicio de fabricantes de equipo original/reventa de automóviles
- Clientes de flotas de vehículos
- Vendedores de vehículos usados
- Distribuidores de HW

Tabla 4: Propuesta de valor y Modelo de negocio dependiendo del tipo de cliente

Cliente	Propuesta de valor	Producto/Modelo de negocio
Proveedores de segunda vida	Clasificación de baterías más rápida. Gestión de inventario Cumplimiento de normativas (Pasaporte de baterías)	Clasificación - Venta/alquiler de HW + Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos
Compradores de baterías de segunda vida	Clasificación de baterías más rápida Gestión de inventario	Clasificación - Venta/alquiler de HW + Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos Servicios de ingeniería
Departamentos de servicio de fabricantes de equipo original/reventa de automóviles	Calibración de los algoritmos Cumplimiento de las normativas. Mejora de la eficiencia de las reparaciones Gestión del inventario	Clasificación - Ventas/alquiler HW + Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos
Cientes de flotas de vehículos	Valor residual	Clasificación - Venta/alquiler de HW + Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos
Vendedores de vehículos usados	Confianza en el valor residual y el valor al final de la vida útil para maximizar la rentabilidad.	Clasificación - HW ventas/alquiler + Plataforma en la nube de los algoritmos que interpretan los datos
Distribuidores de HW	Proporción de la tecnología para que vendan a fabricantes de equipo original/servicios	Clasificación - Venta/alquiler de HW

Pasaporte de baterías

Otra gran idea a la cual ReJoule podría contribuir y ser un agente clave es en los pasaportes de baterías.

En 2019, Global Battery Alliance (GBA) publicó "Una visión para una cadena de valor de baterías sostenible 2030", subrayando la importancia de las cadenas de valor de baterías circulares, sostenibles y responsables para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. En 2022, la GBA movilizó a miembros de toda la cadena de valor de las baterías, desde las minas hasta los fabricantes de vehículos, para establecer una prueba de concepto del Pasaporte de Baterías. Para ello, se informó de los parámetros técnicos de las baterías y se realizó un seguimiento de los flujos de materiales de determinadas cadenas de valor (*Battery Passport*, s. f.).

La GBA conceptualizó el Pasaporte de Baterías para aumentar la transparencia en la cadena de valor mundial de las baterías. El Pasaporte de las baterías establece un gemelo digital de las baterías físicas, transmitiendo información sobre sostenibilidad y requisitos del ciclo de vida basados en una definición exhaustiva de batería sostenible. Su objetivo es recopilar, intercambiar, cotejar y notificar datos fiables entre todas las partes implicadas en el ciclo de vida, incluida la procedencia del material, la composición de la batería, el historial de fabricación y los resultados en materia de sostenibilidad. El Pasaporte de la Batería es único, ya que contribuye a la implantación de cadenas de valor de baterías sostenibles, responsables y circulares al proporcionar datos normalizados, comparables y auditables. El objetivo final es proporcionar a los usuarios finales un sello de calidad basado en los resultados de sostenibilidad de la batería, según lo determinado por las normas de información acordadas por la industria, el mundo académico, las organizaciones no gubernamentales y el gobierno (Zorrero, 2023)

La tecnología y los conocimientos de ReJoule serían de gran ayuda para El Pasaporte de Baterías ya que con su tecnología punta permite un examen preciso y exhaustivo del rendimiento, la salud y la reutilización de las baterías. El Pasaporte de Baterías tiene que poder hacerlo para ofrecer información detallada sobre la sostenibilidad y el ciclo de vida de las baterías. Con el uso de la tecnología de ReJoule, se puede añadir información valiosa sobre la salud de la batería, las tendencias de degradación y la vida útil restante, lo que permite una evaluación más precisa del rendimiento de sostenibilidad de la batería. El marco del Pasaporte de Baterías puede mejorarse estableciendo puntos de referencia y normas utilizando las capacidades de diagnóstico de salud de ReJoule. ReJoule puede arrojar luz sobre el rendimiento y el comportamiento normales de las

baterías en las distintas fases de su ciclo de vida evaluando un considerable conjunto de datos de baterías. El Battery Passport puede evaluar y clasificar con éxito el rendimiento sostenible de las baterías utilizando esta información para determinar los parámetros mínimos aceptables para una batería sostenible y responsable. ReJoule puede ayudar a prolongar el ciclo de vida de las baterías y reducir los residuos determinando con precisión su potencial de refabricación. Esto es coherente con el objetivo del Pasaporte de las Baterías de avanzar en las cadenas de valor circulares de las baterías. La experiencia de ReJoule puede utilizarse también para probar y certificar la viabilidad de la refabricación de baterías, ofreciendo información reveladora sobre la posibilidad de una reutilización sostenible y contribuyendo a los objetivos generales de sostenibilidad del Pasaporte de las Baterías. Por lo tanto, dado que la tecnología de ReJoule ofrece capacidades cruciales de diagnóstico y supervisión de baterías, podría ser fundamental para el Pasaporte de Baterías. El Pasaporte de las baterías puede mejorar su transparencia, precisión y eficacia a la hora de evaluar la sostenibilidad y la vida útil de las baterías incorporando la tecnología de ReJoule en su proceso.

El GBA cree que las cadenas de valor de las baterías, altamente globalizadas, requieren un enfoque global de múltiples partes interesadas para configurar eficazmente el instrumento del Pasaporte de Baterías. Para diseñar una infraestructura de pasaporte de baterías escalable y global, se requiere un enfoque ecosistémico. Este enfoque implica conectar y comprometer a empresas, proveedores de soluciones informáticas, reguladores, auditores, el público y organizaciones internacionales y no gubernamentales. La GBA esbozó su visión de este ecosistema y una hoja de ruta para su desarrollo en 2020 (*Battery Passport*, s. f.).

El lanzamiento de la primera prueba de concepto de pasaporte de baterías del mundo supone un hito importante en la demostración de la viabilidad del Pasaporte de Baterías siendo un gran logro. Global Battery Alliance presentó formalmente los primeros proyectos piloto de pasaporte de baterías el 18 de enero durante la reunión anual del Foro Económico Mundial en Davos. Esto incluye la creación de libros de reglas especializados para definir importantes medidas de desempeño de sostenibilidad relacionadas con la huella de carbono de las baterías y la diligencia debida en materia de trabajo infantil y derechos humanos, como se especifica en el libro de reglas de gases de efecto invernadero y los índices de trabajo infantil y derechos humanos. Sin embargo, esto no es más que el principio del viaje del Pasaporte de Baterías lo

que nos clarifica una vez más la importancia futura que tiene los diagnósticos del estado de salud de las baterías. (Global Battery Alliance, 2022)

Conclusión

En conclusión, está claro que la innovación es esencial para abordar el urgente problema de la reducción de los residuos medioambientales. Es incuestionable que la producción y venta de coches eléctricos ha crecido exponencialmente, lo que ha incrementado enormemente la fabricación de baterías de iones de litio. Sin embargo, cuando estas baterías dejan de utilizarse para arrancar un VE dan lugar a un gran problema medioambiental. Los procesos de reciclado y reutilización de dichas baterías son escasos y mejorables. Por tanto, es absolutamente necesario una solución más eficaz y duradera. Aquí es cuando nuevas innovaciones y tecnologías como la de ReJoule pueden entrar en juego. La tecnología de ReJoule ofrece una vía prometedora para prolongar la vida útil de las baterías de iones de litio más allá de su finalidad inicial en los coches eléctricos y dar lugar a una economía circular; no sólo reduce los residuos, sino que maximiza el valor y la utilidad de estas baterías, convirtiéndolas en un recurso sostenible. La capacidad de la tecnología de ReJoule para entrar en el mercado de las baterías de -segunda vida es una de sus principales ventajas. ReJoule puede servir a una gran variedad de industrias y clientes que buscan soluciones asequibles de almacenamiento de energía, ofreciendo un método fiable y eficaz maximizando el uso de las baterías. Como resultado, se crean nuevas oportunidades para aplicaciones de almacenamiento de energía, mejorando la sostenibilidad general de nuestros sistemas energéticos.

Además, la participación de ReJoule en el mercado de diagnóstico del estado de salud de las baterías es esencial y tiene un enorme potencial. Conocer el estado y la vida útil restante de las baterías permite su reutilización y reciclaje de forma precisa. Además permite tener un seguimiento del estado actual de las baterías. La posible asociación entre ReJoule y Battery Passport es otro avance interesante. Esta asociación puede proporcionar un sistema completo de seguimiento y almacenamiento de datos importantes sobre el ciclo de vida de las baterías fomentando la transparencia y la trazabilidad. En conclusión, la tecnología de ReJoule es un ejemplo que demuestra el enorme valor de la innovación para superar las dificultades asociadas a la reducción de residuos medioambientales. ReJoule ofrece una estrategia integral para optimizar el valor y la vida útil de las baterías de iones de litio, ofreciendo una solución eficaz para alargar

el uso de las baterías de ion de litio con potencial de ser líder en el mercado de la segunda vida útil y en el mercado de diagnóstico del estado de salud de las baterías. A través de iniciativas como esta, se contribuye significativamente al cambio hacia un futuro más sostenible, la reducción de residuos y el avance de una economía circular.

Bibliografía

Análisis detallado de los iones de litio para mejorar las baterías de los vehículos eléctricos. (2022, 3 noviembre). CORDIS. Resultados de investigaciones de la UE. <https://cordis.europa.eu/article/id/442473-lithium-ions-under-the-microscope-for-better-electric-vehicle-batteries/es>

Fortune Business Insights. (2022). Battery Energy Storage Market Size, Share | Growth [2022-2029]. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/battery-energy-storage-market-100489>

Battery Passport. (s. f.). <https://www.globalbattery.org/battery-passport/>

Callejo, A. (2022). BYD se consolida como el segundo mayor fabricante de baterías del mundo tras CATL. *forococheselectricos*. <https://forococheselectricos.com/2022/10/byd-se-consolida-segundo-mayor-fabricante-baterias-del-mundo.html>

Callejo, A. (2023). El gigante chino BYD estudia construir en España su nueva gigafábrica de baterías. *forococheselectricos*. <https://forococheselectricos.com/2023/04/gigante-chino-byd-estudia-construir-espana-gigafabrica-baterias.html>

CATL. (2023.). Company Profile. <https://www.catl.com/en/about/profile/>

¿Cómo ayudan los vehículos eléctricos al medio ambiente? | *Endolla Barcelona*. (2021). <https://endolla.barcelona/es/noticias/espacio-eco/como-ayudan-los-vehiculos-electricos-al-medio-ambiente>

Coppola, G. (2022, 6 diciembre). BMW Battery Supplier Invests \$810 Million in US Plant. *Bloomberg Tax*. Recuperado 6 de diciembre de 2022, de <https://news.bloombergtax.com/daily-tax-report/bmw-battery-supplier-invests-810-million-in-us-plant>

Coppola, R. D. Y. G. (2022, 21 junio). Straubel, el Cofundador de Tesla, se une a Toyota para reciclar baterías de autos. *Bloomberg Línea*. <https://www.bloomberglinea.com/2022/06/21/straubel-el-cofundador-de-tesla-se-une-a-toyota-para-reciclar-baterias-de-autos/>

Iberdrola. (2023). *Historia del coche eléctrico*. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/historia-coche-electrico>

Iberdrola. (2023, 11 abril). We are developing battery recycling in Spain, together with FCC and Glencore, as a commitment to the circular economy. *Iberdrola*. <https://www.iberdrola.com/press-room/news/detail/we-are-developing-battery-recycling-in-spain-together-with-fcc-and-glencore-as-a-commitment-to-the-circular-economy>

Criado, C. S. (2023). Los 10 coches eléctricos con más autonomía del mercado. *Movilidad Eléctrica*. <https://movilidadelectrica.com/coches-electricos-mas-autonomia/#:~:text=1>

De ThePowerMBA, E. (2023). ¿Cuáles son los motores de crecimiento de una startup? *ThePower Business School*. <https://www.thepowermba.com/es/blog/motores-de-crecimiento-de-una-startup>

Díaz, J. (2023, 26 enero). El fin de Tesla: cómo la industria está derribando al gigante con pies de barro. *elconfidencial.com*. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2023-01-25/tesla-colapso-industria-automovil_3563150/

DOL. (s. f.). DOL. <https://www.dol.gov/>

El Periódico de la Energía. (2021). *Volkswagen invierte otros 500 millones en el fabricante de baterías Northvolt*. <https://elperiodicodelaenergia.com/volkswagen-invierte-otros-500-millones-en-el-fabricante-de-baterias-northvolt/>

Electric car forecast to 2040. (2019, 15 julio). Wood Mackenzie. <https://www.woodmac.com/our-expertise1/capabilities/electric-vehicles/2040-forecast/>

Electric Vehicles: Setting a Course for 2030. (2020). Deloitte Insights. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/electric-vehicle-trends-2030.html>

Electric Vehicles – Analysis - IEA. (2022). IEA. <https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>

Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives - TERM 2018. (s. f.). European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle>

Envision AESC. (2023). <https://www.envision-aesc.com/en/>

ERP España (2023, 17 abril). *Reciclaje de residuos RAEE y pilas y baterías - ERP Recycling.* Spain (ES). <https://erp-recycling.org/es-es/>

Ford Commits to Manufacturing Batteries, to Form New Joint Venture with SK Innovation to Scale NA Battery Deliveries | Ford Media Center. (2021, 20 mayo). <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2021/05/20/ford-commits-to-manufacturing-batteries.html>

Global Battery Alliance. (2022, 15 marzo). *Welcome to GBA's Battery Passport!* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-9xHRXSAN9I>

Global Network - Panasonic Energy Co., Ltd. (2023). <https://www.panasonic.com/global/energy/company/global-network.html>

Hace 132 años nacía el primer automóvil - La Merced Pilar | Concesionario Oficial Mercedes Benz. (2018). La Merced Pilar. <https://lamercedpilar.com/universo-mb/hace-132-anos-nacia-el-primer-automovil#:~:text=El%2029%20de%20enero%20de,d%C3%ADa%20del%20nacimiento%20del%20autom%C3%B3vil>

Historia de la marca de coches Tesla. (2021, 11 mayo). Autobild.es. <https://www.autobild.es/coches/tesla/historia#:~:text=Tesla%20Motors%20es%20una%20compa%C3%B1a%20del%20grupo%20Daimler%20o%20Toyota>

Homepage | Automotive Cells Company. (2023.). <https://www.acc-emotion.com/>

Kane, M. (2022, 25 marzo). *Automotive Cell Company Announces Battery Gigafactory In Italy.* *InsideEVs.* <https://insideevs.com/news/575692/automotive-cell-company-gigafactory-italy/>

Krisher, P. M. D. Y. T. (2023, 13 abril). EEUU: Normas de EPA buscan impulsar a vehículos eléctricos - San Diego Union-Tribune en Español. *San Diego Union-Tribune en Español*.

<https://www.sandiegouniontribune.com/en-espanol/noticias/story/2023-04-12/eeuu-normas-de-epa-buscan-impulsar-a-vehiculos-electricos#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20muchos%20veh%C3%ADculos,pueden%20obtener%20hasta%204.000%20d%C3%B3lares>

La historia Ford. (s. f.).

<https://www.dimasaford.com/historia-ford/#:~:text=La%20empresa%20Ford%20Motor%20Company,Henry%20Ford%20en%20Detroit%2C%20M%C3%ADchigan>

Looking back to electric cars. (2012, 1 septiembre). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6487583>

Lopez, N. (2023, 10 mayo). ¿Puede la red eléctrica de California soportar un aumento hasta 15 veces debido a los autos eléctricos? *CalMatters*. <https://calmatters.org/calmatters-en-espanol/2023/01/puede-la-red-electrica-de-california-soportar-un-aumento-hasta-15-veces-debido-a-los-autos-electricos/>

Magazine, P. (2019). Baterías de litio: 1.2 millones de toneladas listas para reciclar en 2030. *World Energy Trade*. <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/electricidad/baterias-de-litio-1-2-millones-de-toneladas-listas-para-reciclar-en-2030>

Majeau-Bettez, G., Hawkins, T. R., & Strømman, A. H. (2011). Life Cycle Environmental Assessment of Lithium-Ion and Nickel Metal Hydride Batteries for Plug-In Hybrid and Battery Electric Vehicles. *Environmental Science & Technology*, 45(10), 4548-4554. <https://doi.org/10.1021/es103607c>

Research and Markets. (2022, 15 agosto). Battery Energy Storage Systems Global Market Report 2022: Robust Outlook for EVs Opens New Avenues of Growth for EV Batteries & BESS Integrated EVCS Market. Cision. <https://www.prnewswire.com/news-releases/battery-energy-storage-systems-global-market-report-2022-robust-outlook-for-evs-opens-new-avenues-of-growth-for-ev-batteries--bess-integrated-evcs-market-301605608.html#:~:text=Amid%20the%20COVID%2D19%20crisis,26.1%25%20over%20the%20analysis%20period>

Medela, C. E. J. (2022). ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERÍA BMS? *Tu blog de Autoconsumo fotovoltaico y energía renovable*. <https://www.cambioenergetico.com/blog/sistema-gestion-bateria-bms/>

Mercedes-Benz EV ramp-up: new battery plant sets stage for EQS SUV production in the U.S. (2022, 16 marzo). MBUSA Newsroom. <https://media.mbusa.com/releases/mercedes-benz-ev-ramp-up-new-battery-plant-sets-stage-for-eqs-suv-production-in-the-us>

Northvolt - the future of energy. (2022, 21 noviembre). Northvolt. <https://northvolt.com/Official-Global-Website> | Stellantis. (2023). <https://www.stellantis.com/en>

Panasonic y Tesla Firman un Acuerdo para Gigafactory. (2014, julio). *Businesswire*. <https://www.businesswire.com/news/home/20140731006236/es/>

Pedrotti, A. (2023, enero). Industria nacional más limpia: ¿Cuántos coches eléctricos e híbridos se fabricaron en España en 2022? *Portal Movilidad España*. <https://portalmovilidad.com/industria-nacional-mas-limpia-cuantos-coches-electricos-e-hibridos-se-fabricaron-en-espana-en-2022/>

Perez, J. I. (2017, 31 julio). *La parábola del coche eléctrico*. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2017/08/06/la-parabola-del-coche-electrico/#:~:text=En%201884%20Thomas%20Parker%20construy%C3%B3,el%C3%A9ctrico%20verdadero%20de%20la%20historia>

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. (s. f.). <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx#:~:text=El%20PNIEC%20persigue%20una%20reducci%C3%B3n,invernadero%20que%20se%20emiten%20actualmente>

Por qué LG Energy Solution | Batería SAE LG. (2023). <https://www.lgessbattery.com/m/es/why-lgensol/index.lg>

Randall, C. (2022, 14 diciembre). *Panasonic to supply batteries for Lucid - electrive.com*. <https://www.electrive.com/2022/12/14/panasonic-to-supply-batteries-for-lucid/>

Reichmuth, D., Dunn, J., & Anair, D. (2022, 25 julio). Driving Cleaner. Union of Concerned Scientists. <https://www.ucsusa.org/resources/driving-cleaner>

ReJoule. (2022, 26 octubre). ReJoule on LinkedIn: #rejoule #rejouligans #batterytech #circulareconomy #sustainability. .. LinkedIn.

<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6991084762048188416>

ReJoule. (2023). ReJoule. <https://rejouleenergy.com/>

Samsung Li-Ion Battery & Renewable Energy | Samsung SDI Official Site. (2023).

<https://www.samsungsdi.com/index.html>

Sanz, O. (2023, 22 mayo). *Tesla monta baterías «Blade» de ByD en su Model Y RWD.*

Highmotor. <https://www.highmotor.com/tesla-monta-baterias-blade-byd-model-rwd.html>

ST Instruments B.V. (2023, 3 abril). *Battery cycler - ST Instruments.* ST Instruments.

<https://www.stinstruments.com/electrochemistry/battery-cycler/>

St. John, A. (2023, 30 enero). *Nissan tiene un plan para las baterías usadas de autos: alimentar edificios.* Business Insider México | Noticias pensadas para ti.

https://businessinsider.mx/nissan-baterias-autos-alimentar-edificios_negocios/

The Drive for Better | SK. (2023). SK. <https://eng.sk.com/>

Velázquez-Gaztelu, J. P. (2023). *A la cola de Europa.* Dialnet.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8784677>

View of Electric Cars as the Cars of the Future. (2022, marzo).

<https://www.geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/916/809>

Volta Foundation - Battery Report. (2022).

<https://www.volta.foundation/annual-battery-report>

Weidinger, D. (2023). *Guide to S-Curves: Definition, Stages and Inflection Points.*

Indeed.com. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/s-curve>

Which Battery Company Will Supply Which Carmaker? (2023a, abril 4).

batterytechonline.com.

<https://www.batterytechonline.com/applications/which-battery-company-will-supply-which-carmaker>

Zorrero, D. (2023, 23 enero). *Qué es el pasaporte de batería y por qué será un elemento clave para la compra de un auto eléctrico.* infobae.

<https://www.infobae.com/autos/2023/01/23/que-es-el-pasaporte-de-bateria-y-por-que-sera-un-elemento-clave-para-la-compra-de-un-auto-electrico/>

