

// PRESENTACIÓN

IV INFORME ANUAL RECYCLIA

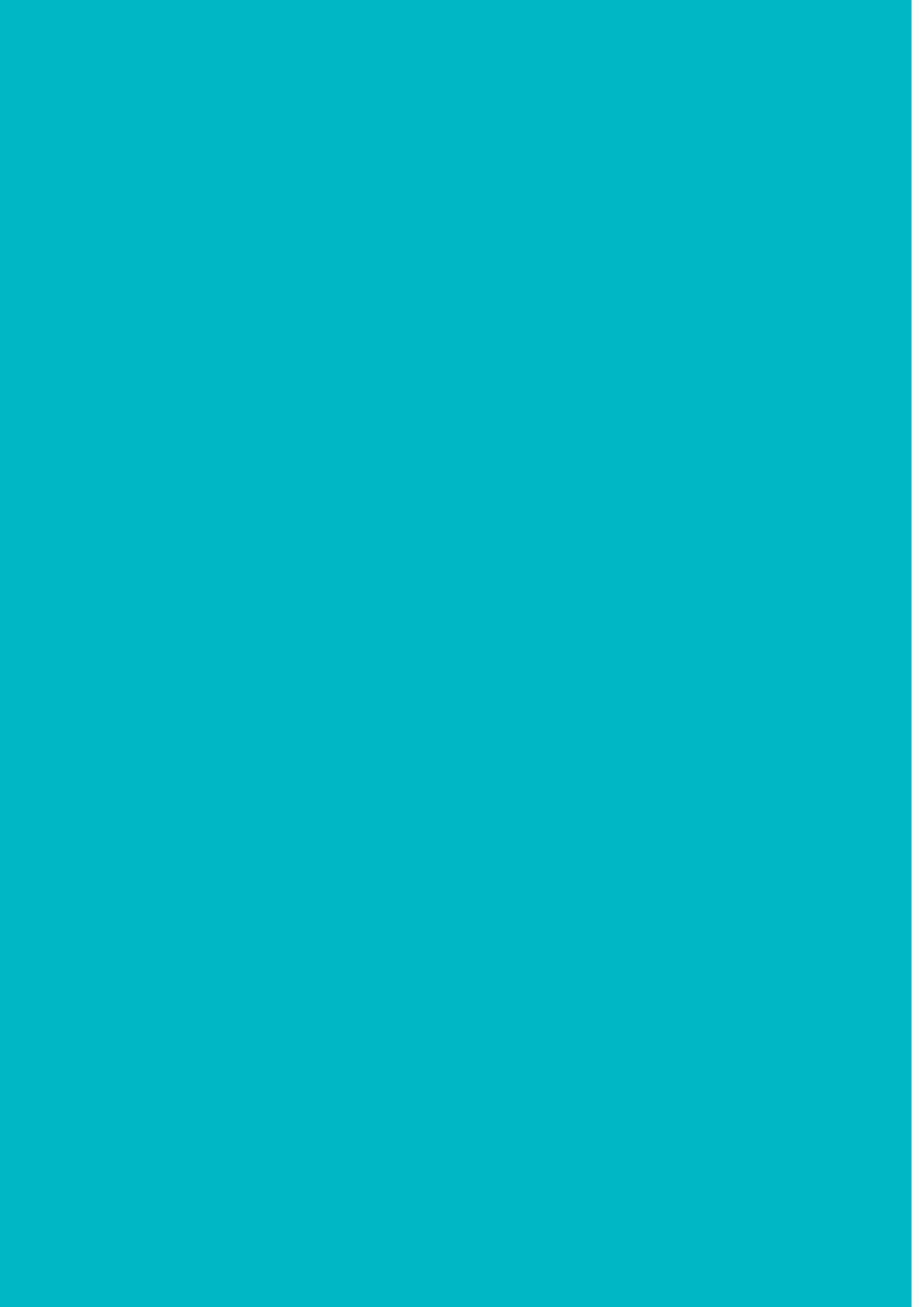
Tendencias en la industria
del reciclaje de RAEE
y pilas en España

NOVIEMBRE de 2023 ¹¹
2023



Afi





IV INFORME ANUAL RECYCLIA

***Tendencias en la industria del
reciclaje de RAEE y pilas en España***

Estudio realizado por



para



Un sector con potencial de crecimiento sin límite



Luis Pérez Bermejo
Presidente de RECYCLIA

En el año transcurrido entre la publicación de la tercera y esta cuarta edición de nuestro "Informe Anual sobre tendencias en la industria del reciclaje de residuos electrónicos (RAEE) y de pilas en España", la Comisión Europea ha lanzado un mensaje respecto a la importancia de nuestra actividad con una contundencia incomparable. Una consecuencia, sin duda, del impacto de la delicadísima coyuntura geoestratégica en las cadenas de suministro energético y de materias primas.

Resumido brevemente, la transición energética y el desarrollo tecnológico que implica alcanzar los objetivos de descarbonización y sostenibilidad de las próximas décadas obligan, señala la Comisión, a reducir la vulnerabilidad de las economías nacionales y comunitaria a las interrupciones en el suministro global de todo tipo de materias primas, especialmente las críticas.

Sólo una estrategia integral que incluya la diversificación de fuentes de suministro, la innovación en la gestión de recursos y la inversión en la producción local permitirá lograr una mayor autonomía en este terreno. Aunque la autosuficiencia puede calificarse ahora mismo de quimera, no por ello debemos dejar de trabajar en este objetivo. Valga simplemente recordar que el mercado comunitario de-

pende actualmente de China para el 100% de nuestro suministro de tierras raras pesadas o del 71% de Sudáfrica para cubrir nuestras necesidades de platino; ambos componentes esenciales en cualquier aparato electrónico.

Para ello, las autoridades europeas y por extensión los estados miembros, se han propuesto reforzar la circularidad de los recursos, poniendo el foco de atención en el reciclaje de RAEE, pilas y baterías, a través de normativas ambiciosas en materia de recuperación de materias primas y uso de materiales secundarios. En este contexto, este informe, que es un placer ofrecerles, se presenta más pertinente que nunca.

Además de ser el único del mercado en cuantificar el peso socioeconómico del sector en el que se enmarca la actividad de Recyclia, reúne los últimos datos disponibles en recogida y gestión de ambos tipos de residuos a escala nacional y europea. Unas cifras que siguen avalando el reciclaje de RAEE y de pilas como un sector con potencial de crecimiento sin límite, por el momento, y que generó 1.390 millones de euros y mantuvo 24.000 puestos de trabajo en nuestro país en 2022.

Asimismo, en su objetivo de ofrecer un análisis de tendencias, el informe reserva un espacio a la gestión de las baterías de la movilidad eléctrica por su papel estratégico en la transición energética y en la consecución de los objetivos de descarbonización.

Junto a un repaso de la evolución de este mercado y sus tecnologías, esta edición ofrece una estimación de los volúmenes de reciclaje y reutilización de baterías, en base al diseño de un modelo gráfico. Sin duda, una información valiosa para la planificación a largo plazo de inversiones en infraestructuras logísticas y de gestión de un flujo de residuos aún emergente, pero en constante crecimiento.

Por último, sólo me queda invitarles a descubrir las conclusiones de este informe que corrobora, una edición más, que los recursos que contribuimos a reintroducir en el mercado impactan en la estabilidad económica y geopolítica de nuestra región, y garantizan unas cadenas de valor resilientes, asequibles y diversificadas para la Unión Europea.

Un modelo plenamente consolidado



José Pérez García
*Consejero Delegado
de RECYCLIA*

Un año más, tengo el placer de dirigirme a ustedes para presentarles nuestro cuarto estudio anual sobre la industria del reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y de pilas en España. El informe trata de reflejar, y de ahí su valor según mi criterio, los grandes ejes que guían esta industria. Lejos de desgranar esas cifras en estas líneas, sobre las que les animo a indagar para sacar sus propias conclusiones, permítanme que haga unas breves valoraciones en torno a un término, el de consolidación.

Realmente, una vez que tuve en mis manos el primer borrador del informe que ahora les comparto y tras su lectura, fue el concepto que me vino a la cabeza. Y me vino por varios motivos. El primero de ellos por haber hecho realidad por cuarto año consecutivo un análisis de estas características y les aseguro que exige un notable esfuerzo. Ello, al margen de hacerme sentir orgulloso del equipo de profesionales de esta casa, también me invita a pensar que este informe ha cumplido el objetivo con el que nació, el de ser pionero en reflejar el presente y el futuro de nuestro sector. Por lo tanto, no me precipito al decir que ya está consolidado.



Por otro lado, creo que tampoco es gratuito expresarles que el modelo colectivo de gestión de residuos, el que todos conocemos como SCRAP, también es una fórmula consolidada si tenemos en cuenta, y permítanme que acuda aquí a unas pocas cifras, que a través de ellos fuimos capaces de gestionar casi 400 kilotoneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y 276 kilotoneladas de pilas y baterías.

Pero también he de apuntar que el 94,7% de los fabricantes e importadores de pilas baterías y el 98,6% en el caso de los aparatos eléctricos y electrónicos están adscritos a este tipo de sistemas. Sin duda, se trata de cifras que reflejan el afán de todas aquellas personas que, independientemente de a qué nivel, han trabajado para la creación, impulso y, repito, consolidación de este modelo, en el que les invito a seguir trabajando conjuntamente.

Y me he centrado en el término consolidación porque sólo desde él es posible avanzar hacia nuevos objetivos con la rapidez y flexibilidad, pero también acierto, que requieren los mercados actuales. Este axioma es el que nos ha permitido crear un nuevo SCRAP que pronto verá la luz y dirigido a la gestión de envases comerciales e industriales, considerados como saben, como residuo por el Real Decreto 1055/2022.

No quiero extenderme más, pero les invito, más allá de revisar cifras, y les aseguro que hay muchas, a extraer sus propias conclusiones y a sentirse orgullosos de trabajar en este sector y ayudar a su desarrollo. Más aún en el actual escenario internacional, o más bien global, en el que las tensiones geopolíticas, de las que seremos conscientes dentro de unos años, nos convierten, en actores destacados por nuestra capacidad de devolver a la industria materiales cada vez más escasos y que pueden definir el futuro de muchas zonas geográficas. Sintámonos orgullosos.

Índice

Resumen ejecutivo	11
Introducción	15
Cifras clave del reciclaje de RAEE y pilas en España	16
Peso económico del sector del reciclaje de RAEE y pilas en España	25
Perspectivas sobre el despliegue de la movilidad eléctrica en España y la generación de residuos de baterías	29
Tendencias y retos vinculados con el reciclaje de equipos informáticos	36
Oportunidades para el desarrollo de las cadenas de valor de la industria de reciclaje, en el contexto del Plan de Recuperación	42
Conclusiones	48
Referencias bibliográficas	51
Anexo – Nota metodológica	54

Índice de tablas, figuras y gráficos

TABLAS

Tabla 1 Unidades de AEE puestos en el mercado en España, 2022	16
Tabla 2 Toneladas de AEE puestos en el mercado en España, 2022 (kilotoneladas)	18
Tabla 3 Pilas y acumuladores portátiles puestos en el mercado en España, 2022	22
Tabla 4 Pilas, acumuladores y baterías de automoción puestos en el mercado en España, 2022	22
Tabla 5 Pilas, acumuladores y baterías industriales puestos en el mercado en España, 2022	23

FIGURAS

Figura 1 Contribución económica total de la actividad de las principales empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas en España, 2022	28
Figura 2 Hitos en la movilidad eléctrica en 2022	30
Figura 3 Objetivos del nuevo reglamento europeo sobre pilas y baterías	31
Figura 4 Ciclo de vida de la batería de los VE	32
Figura 5 Modelo de Análisis de Flujo de reciclaje de baterías de VE	33
Figura 6 Volumen de baterías de VE reutilizadas y disponibles para reciclaje, previsto para 2030, según el modelo MAF	35
Figura 7 Actuaciones financiadas para impulsar la producción de baterías del vehículo eléctrico, dentro del PERTE VEC 2	43
Figura 8 Actuaciones financiadas para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables, dentro del PERTE en EC	46

GRÁFICOS

Gráfico 1 Evolución de kt de AEE puestos en el mercado en España (2016 – 2022) y objetivos de recogida de RAEE (2019 – 2022)	19
Gráfico 2 Comparativa europea de recogida de RAEE en 2020, porcentaje sobre AEE puestos en el mercado durante los 3 años anteriores (promedio 2017-2019)	20
Gráfico 3 Comparativa europea de AEE puestos en el mercado y recogida de RAEE, kilos por habitante	21
Gráfico 4 – Evolución de kt de PYA puestas en el mercado en España, 2017 – 2022	24
Gráfico 5 Evolución de toneladas de residuos de PYA recogidas en España, 2010 – 2020	24
Gráfico 6 Peso económico, en términos de VAB, de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto, 2022	25
Gráfico 7 Contribución al empleo, de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto, 2022	26
Gráfico 8 Contribución a las arcas públicas de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas, 2022 (millones de euros)	27
Gráfico 9 Previsión del flujo de baterías de VE reutilizadas y recicladas (nº de baterías)	34
Gráfico 10 Indicadores sobre la digitalización de la población (% de personas)	37
Gráfico 11 Gestión de los equipos informáticos en desuso por parte de los hogares españoles (% de hogares)	38
Gráfico 12 Gestión de los equipos informáticos en desuso, según nivel educativo de los individuos (%)	39
Gráfico 13 Localización de proyectos beneficiarios de la línea de baterías, del PERTE VEC 2 (nº de proyectos)	44

Resumen ejecutivo

La cuarta edición del "Informe anual Recyclia sobre tendencias en la industria del reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y pilas en España" recoge una visión actualizada sobre el comportamiento de este sector del reciclaje y su impacto económico. Además, aborda dos tendencias destacadas: una relacionada con las baterías, derivada del despliegue de la movilidad eléctrica; y otra vinculada a los RAEE y, más concretamente, al reciclaje de los equipos informáticos. Asimismo, se perfilan algunas oportunidades para el desarrollo de las cadenas de valor de la industria de reciclaje, en el marco de implementación de los fondos Next Generation EU, a través del Plan de Recuperación.

Cifras clave del sector

- ▶ En 2022 se ha alcanzado un nuevo máximo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) puestos en el mercado en España, alcanzando los 838,7 millones de unidades, lo que representa un crecimiento anual del 2,7%. Este crecimiento tiene dos vertientes: el uso doméstico y el profesional, con incrementos interanuales del 1,5% y 7,3%, respectivamente. Destaca el comportamiento del segmento profesional, ya que en los dos años anteriores había registrado caídas. Todas las unidades de AEE puestas en el mercado el año pasado sumaron 1.347 kilotoneladas, un 25% más que en 2021.
- ▶ Las cantidades de RAEE recogidas en España totalizaron 393,8 kilotoneladas durante el año 2020 (último disponible), un 6,1% más que el año anterior; y representan un 52,3% de las toneladas de AEE puestas en el mercado durante el trienio anterior. Así, la tasa de recogida se sitúa por encima de la media europea y de las principales economías de la UE, aunque dista del objetivo del 65% fijado por la Comisión Europea.

- ▶ Por su parte, las pilas, baterías y acumuladores portátiles puestos en el mercado en 2022, en España, registraron una caída del 7,9% interanual en volumen y del 5% en peso (toneladas). Dicha caída está ocasionada por la contracción de las pilas estándar comercializadas. En el caso de las pilas y acumuladores para la automoción, se redujo la cantidad puesta en el mercado un 4,4%, y su peso en un 6%. Sin embargo, las pilas, acumuladores y baterías portátiles de tipo industrial han consolidado la recuperación iniciada en 2021, registrando un crecimiento anual del 7% en cantidad y del 17% en peso.
- ▶ La recogida y reciclaje de los residuos de pilas y acumuladores han registrado un máximo histórico en el año 2020, gracias al tratamiento y recuperación de más de 275,9 kilotoneladas de residuos, que se traduce en un crecimiento del 14,6% interanual.

Contribución económica del reciclaje de RAEE y pilas en España

- ▶ La actividad de reciclaje de RAEE, así como de pilas, se estima que contribuyó a generar alrededor de 1.390 millones de euros de Valor Añadido Bruto (VAB) en la economía española en 2022, en torno a un 12,5% más que en 2021.
- ▶ La contribución directa de la actividad de las principales empresas de reciclaje ronda los 509 millones de euros, mientras que el efecto arrastre sobre otras actividades suministradoras de bienes y servicios alcanza los 594 millones. A los anteriores, se suma el efecto inducido, estimado en unos 283 millones y que viene dado por el giro de las rentas (salarios y excedentes empresariales, principalmente) generadas por los efectos directo e indirecto, vía consumo, en el conjunto de la economía.
- ▶ El sector de reciclaje de RAEE y pilas también contribuye a la generación y mantenimiento de cerca de 24.000 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo en España. De ellos, en torno a 8.500 empleos son generados de forma directa por las principales empresas del sector.
- ▶ La aportación a las arcas públicas, en concepto de cotizaciones sociales e impuestos (IRPF, IVA e Impuesto de Sociedades), de la actividad directa de las principales empresas españolas del sector de reciclaje de RAEE y pilas se estima superior a los 230 millones de euros, en 2022.

Perspectivas sobre el despliegue de la movilidad eléctrica en España y la generación de residuos de baterías

- ▶ La transición hacia una movilidad sostenible está en marcha: en 2022 una de cada tres matriculaciones en España correspondió a vehículos eléctricos, configurando un parque electrificado de 340.000 vehículos. No obstante, el objetivo para 2030 es alcanzar los 5,5 millones de vehículos eléctricos.
- ▶ Para 2030, se estima que más de 100.000 baterías de vehículo eléctrico estarán utilizándose en segundas vidas (en electrolineras, almacenamiento energético ligados a paneles solares para autoconsumo o apoyo a la red eléctrica). Además, casi 20.000 podrían reutilizarse de nuevo en vehículos eléctricos.
- ▶ Las baterías disponibles para ser tratadas en plantas de reciclaje en el año 2030 se prevé que rondan las 40.000. Este flujo registrará una tendencia creciente, que se acentuará a partir de entonces, como consecuencia de la amplia expansión prevista del parque de vehículos eléctricos.

Tendencias y retos vinculados con el reciclaje de equipos informáticos

- ▶ Los procesos de digitalización van acompañados de la dotación de equipos y dispositivos electrónicos, así como del reto de la recogida y tratamiento de aquellos equipos informáticos que llegan al final de su vida. La extracción o recuperación de las diversas materias primas fundamentales que contienen los equipos informáticos resulta clave, por sus grandes repercusiones medioambientales, en materia de recursos, así como sobre la salud pública.
- ▶ La mayoría de los hogares españoles guardan en la vivienda los ordenadores de sobremesa (45% de los hogares con un equipo en desuso), así como los portátiles y tabletas (61%) que han pasado a un estado de desuso. No obstante, aquellos hogares que depositan los equipos informáticos usados, generalmente, lo hacen de forma adecuada, en un punto limpio. Además, se observa que los individuos con un mayor nivel de formación son los que exhiben un mejor comportamiento en la gestión de los equipos informáticos que han quedado en desuso.

- ▶ Las recomendaciones de la Comisión Europea para mejorar la recogida y reciclaje de los equipos informáticos y pequeños aparatos electrónicos, van desde el establecimiento de incentivos económicos para la devolución de equipos en desuso, pasando por distintos mecanismos de información a los consumidores, el acompañamiento de servicios postales y de mensajería para facilitar la recogida, o la realización periódica de campañas de sensibilización de los consumidores, entre otros.

Oportunidades para el desarrollo de las cadenas de valor de la industria de reciclaje, en el contexto del Plan de Recuperación

- ▶ La implementación de los fondos Next Generation en España tiene una marcada orientación hacia la sostenibilidad, incorporando iniciativas ligadas al despliegue de la movilidad eléctrica y de las energías renovables, con implicaciones en la industria de reciclaje.
- ▶ La segunda convocatoria de ayudas del PERTE del vehículo eléctrico, lanzada en 2023, ha incorporado: (i) una línea específica para impulsar proyectos de producción de baterías del vehículo eléctrico, dotada con 837 millones de euros; y (ii), otra línea destinada a promover nuevos modelos de vehículos eléctricos y de prototipos de baterías y de pila de combustible, y en darles una segunda vida, para lo que se destinan 559 millones. En 2023 también se han lanzado convocatorias de ayudas de otros programas de impulso de la movilidad eléctrica: MOVES III, MOVES Flotas y MOVES Singulares II, habiéndose ampliado siete meses el plazo para solicitar las ayudas con cargo al primero de ellos.
- ▶ Se ha reforzado la dotación del PERTE en Economía Circular, hasta los 792 millones de euros. Dicho PERTE contempla ayudas para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables (incluyendo paneles solares y baterías), debido a la problemática sobre la gestión de los residuos que generará esta tecnología al final de su vida útil. Se espera una próxima convocatoria de estas ayudas.

Introducción

El "IV Informe anual Recyclia sobre tendencias en la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España" da continuidad a las ediciones anteriores de este informe, abordando un análisis de la situación del sector, los retos a los que se enfrenta y las oportunidades que emanan de distintas tendencias y de la implementación de inversiones públicas.

En el primer capítulo, se analiza la evolución reciente de los principales indicadores de la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España. Entre estos indicadores se incluyen las cifras de unidades puestas en el mercado, así como la recogida y reciclaje de los residuos provenientes de las mismas, contextualizándolo en el marco europeo.

Posteriormente, se estima cuantitativamente la contribución del sector del reciclaje y RAEE y pilas a la economía española, incorporando los efectos directo, indirecto e inducido. Dicha contribución se estima en términos de valor añadido bruto, de empleo y de recaudación fiscal.

Seguidamente, se realiza un análisis de las perspectivas de la movilidad eléctrica en España, abordando tanto los hitos que se han conseguido hasta el momento, como los desafíos actuales y futuros, entre los que se encuentra la generación de residuos. Este análisis permite ayudar al sector a prever las necesidades de reciclaje y las oportunidades derivadas de la mismas.

A continuación, se analizan las tendencias y retos vinculados con el reciclaje de equipos informáticos. Para ello, se pone especial foco en el comportamiento de los hogares españoles respecto a la gestión que realizan de los equipos informáticos (ordenadores de sobremesa, portátiles y tabletas) que quedan en desuso, en un contexto de creciente dotación de dichos equipos, para impulsar la digitalización.

Por último, se destacan las oportunidades para el desarrollo de la cadena de valor de la industria del reciclaje, derivadas de la implementación de los fondos Next Generation en España, a través de las inversiones contempladas en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y su recién aprobada Adenda.

Cifras clave del reciclaje de RAEE y pilas en España

Cifras relativas a RAEE

El volumen de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) puestos en el mercado en España alcanzó, en 2022, los 838,7 millones de unidades (Tabla 1), una cifra que supera en 21,8 millones de unidades a la registrada en el año anterior y que representa un crecimiento interanual del 2,7%. Aunque se ha reducido la intensidad de crecimiento anual del flujo de AEE puestos en el mercado (+9,3% interanual en 2021), se mantiene la tendencia al alza registrada en 2021. Una tendencia que acompaña los procesos de digitalización y de despliegue de la energía solar fotovoltaica en la economía española. Así, por ejemplo, el porcentaje de pymes españolas que gozan al menos de un nivel básico de intensidad digital se sitúa en el 67,50% en la actualidad, habiéndose incrementado cerca de 7,8 puntos porcentuales en el último año, según el índice DESI 2023 de la Comisión Europea. Además, la adopción de equipos y herramientas que den soporte a la digitalización del tejido empresarial y de los ciudadanos ha de seguir ampliándose, de cara a alcanzar, en 2030, un 90% de las pymes con una intensidad digital mínima y un 80% de los ciudadanos con competencias digitales básicas, de acuerdo con los objetivos marcados en el programa europeo de Política para la Década Digital 2030.

Tabla 1 - Unidades de AEE puestos en el mercado en España, 2022

Categoría	Total (Mill. Uds)	Doméstico (Mill. Uds)	Profesional (Mill. Uds)
1 Aparatos de intercambio de temperatura	5,76	5,06	0,70
2 Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas	12,59	12,04	0,55
3 Lámparas	59,26	59,26	0,00
4 Grandes aparatos	57,26	23,86	33,41
5 Pequeños aparatos	409,85	291,20	118,65
6 Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños	278,33	275,29	3,04
7 Paneles fotovoltaicos grandes	15,64	0,00	15,64
Total AEE	838,70	666,71	172,00

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-AEE).

La comercialización de AEE para uso doméstico, favorecida por la consolidación de las tendencias que impulsan el consumo a través del canal online (compras,

ocio, educación, etc.)¹ y otras prácticas como el teletrabajo², se ha incrementado en un 1,5% durante el año 2022, hasta alcanzar un total de 667,7 millones de unidades. En particular, las categorías de equipos de informática y telecomunicaciones pequeños, así como los pequeños aparatos eléctricos y electrónicos son los que han experimentado un mejor desempeño. Sus tasas de crecimiento interanual se sitúan en el 1,1% y 5,6%, respectivamente. De esta manera, ambas categorías concentran en torno al 85% del total de unidades puestas en el mercado para uso doméstico.

Por su parte, la evolución de los AEE destinados a uso profesional ha entrado en terreno positivo en 2022, incrementándose el número de estos aparatos puestos en el mercado en un 7,3% interanual (frente a las caídas observadas en los dos años precedentes: -0,6% en 2021 y -2,7% de 2020), hasta los 172 millones de unidades. En este caso destaca el crecimiento de la categoría de paneles fotovoltaicos grandes, que ha incrementado en un 116,9% el volumen de unidades comercializadas en 2022, en un contexto de expansión de la capacidad instalada en España para la generación de energía solar fotovoltaica (+29,4% interanual, hasta alcanzar los 19,785 MW de potencia instalada en 2022, según datos de Red Eléctrica). No obstante, en términos de unidades comercializadas, la categoría de AEE para uso profesional que aporta más unidades sigue siendo la de pequeños aparatos eléctricos y electrónicos (69% del total), cuya tasa de crecimiento interanual se sitúa en el 3,2%.

Por otro lado, se ha ampliado notablemente el tejido de productores inscritos en el Registro Nacional del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para introducir AEE en el mercado español. Así en 2022 se contabilizan 5,800 productores registrados, un 62,7% más que el año anterior. De ellos, el 84,8% se localizan en España, y la práctica totalidad de estos (98,6%) se encuentran adheridos a un sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP).

En términos de toneladas de AEE puestos en el mercado (Tabla 2), se alcanzaron las 1.347 kilotoneladas en 2022, incrementándose de forma notable, un 25%, respecto al año anterior (incluso supera la tasa de crecimiento de 2020: 16%). Dicho crecimiento viene explicado por el segmento profesional, que introduce equipos de mayor peso, como pueden ser los paneles fotovoltaicos de grandes dimensiones.

1 En 2022, el 67,9% (+1,3 p.p. interanual) de los españoles entre 16 y 74 años había realizado al menos alguna compra a través del canal online (comercio electrónico).

2 En 2022, más de 6.740.000 ocupados españoles entre 16 y 74 años tenía la posibilidad de teletrabajar total o parcialmente en su trabajo principal (+ 197.700 personas respecto al año anterior).

Tabla 2 - Toneladas de AEE puestos en el mercado en España, 2022 (kilotoneladas)

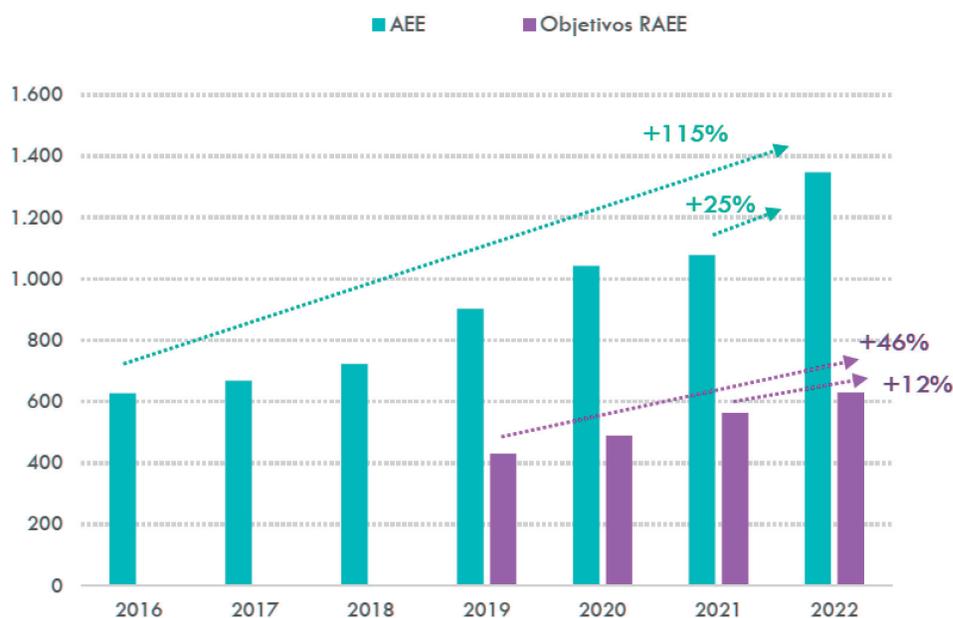
Categoría	Total (Kt)	Doméstico (Kt)	Profesional (Kt)
1 Aparatos de intercambio de temperatura	216,19	177,58	38,61
2 Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas	60,55	56,01	4,54
3 Lámparas	4,47	4,47	0,00
4 Grandes aparatos	416,80	315,92	100,88
5 Pequeños aparatos	162,04	132,40	29,65
Equipos de informática y telecomunicaciones	28,68	27,16	1,52
6 pequeños			
7 Paneles fotovoltaicos grandes	458,31	0,00	458,31
Total AEE	1.347,05	713,53	633,51

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-AEE).

La intensificación, en el último año, en el volumen de toneladas de AEE puestos en el mercado, lleva a un crecimiento acumulado del 115% en apenas seis años (entre 2016 y 2022). Ello se traduce en un incremento de los objetivos de recogida separada de residuos de AEE (RAEE), reforzando la actividad de gestión y tratamiento de este tipo de residuos. Así, el objetivo mínimo estatal se ha elevado hasta las 629 kilotoneladas para 2022³, un 12% más que en 2021 (Gráfico 1).

³ Establecido por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en la Resolución de la dirección general de calidad y evaluación ambiental por la que se publican los objetivos mínimos estatales y autonómicos de recogida separada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) para el año 2022.

Gráfico 1 - Evolución de kt de AEE puestos en el mercado en España (2016 - 2022) y objetivos de recogida de RAEE (2019 - 2022)



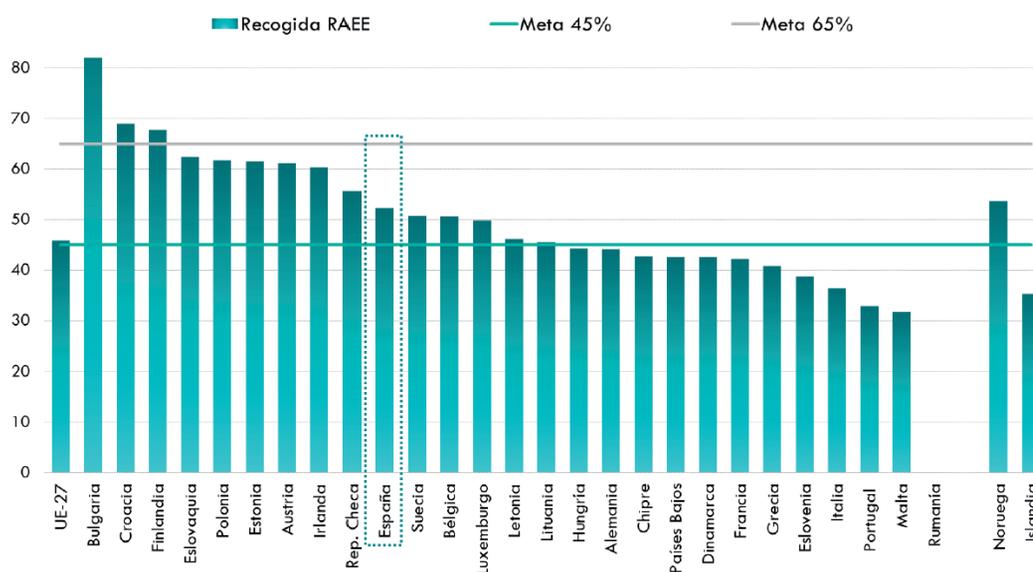
Fuente: Afi; Ministerio para la Transición Ecológica; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

En relación con las cantidades de RAEE recogidas en España, según los últimos datos publicados por Eurostat, se recogieron un total de 393,8 kilotoneladas de RAEE durante el año 2020, un 6,1% más que el año anterior. Esta cantidad representa el 52,3% de las toneladas de AEE puestos en el mercado durante el trienio anterior (2017-2019). Con ello, aunque se sitúa por encima del umbral del 45% y de la media europea, dista del objetivo fijado por la Comisión Europea en el 65%⁴, al haber incluso caído ligeramente en términos interanuales (-2,9 p.p.), en un año con un elevado impacto de la pandemia.

El fenómeno anteriormente comentado no ha sido una excepción para el caso español. La tasa de recogida también retrocedió, en 2020, tanto en el conjunto de la UE (-2,6 p.p. hasta el 45,9%), como en las principales economías europeas: Alemania (-0,2 p.p. hasta 44,1%), Francia (-3,4 p.p. hasta 42,3%) e Italia (-2,9 p.p. hasta 36,5%), respecto a las que España mantiene una posición de liderazgo.

⁴ La refundición de la Directiva RAEE (2012/19/UE) introdujo un aumento escalonado de los objetivos de recogida, con efectos a partir de los años de referencia 2016 y 2019, respectivamente. A partir del año 2016, el objetivo de recogida anual se define como la relación entre la cantidad recogida y el peso medio de AEE puestos en el mercado en los tres años anteriores. El objetivo de recogida se fijó en el 45% para 2016 y ha aumentado hasta al 65% a partir del año 2019.

Gráfico 2 - Comparativa europea de recogida de RAEE en 2020, porcentaje sobre AEE puestos en el mercado durante los 3 años anteriores (promedio 2017-2019)



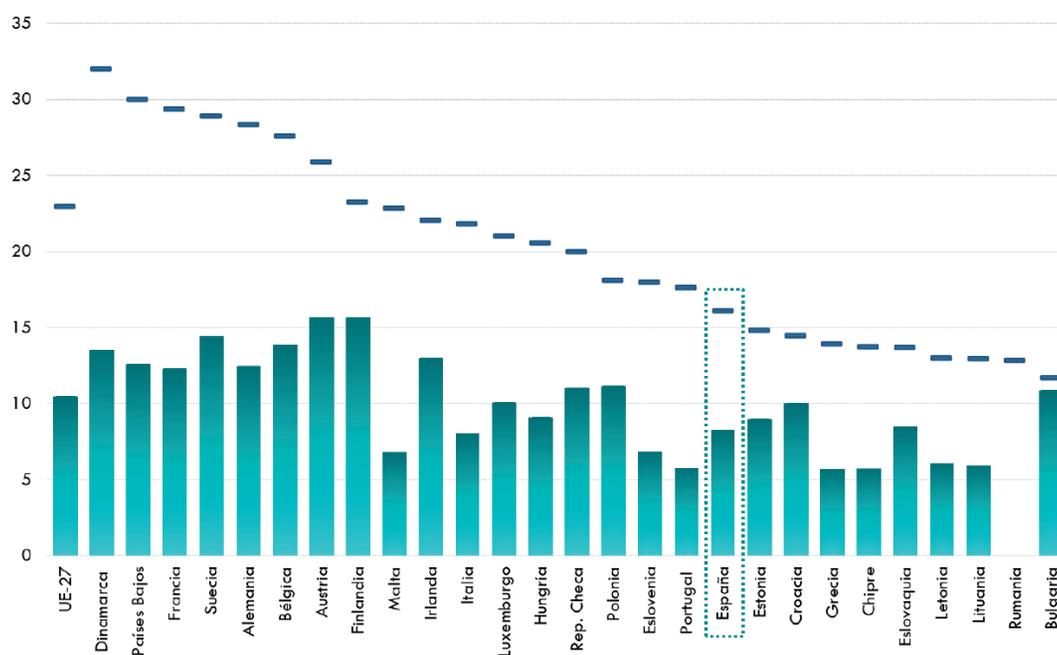
Fuente: Afi; Eurostat.

En términos per cápita, la ratio del volumen de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos en España se ha mantenido por debajo de la media europea en 2020. Así, el promedio de referencia para el año 2020 (frente al trienio 2017-2019) se situó en los 8,3 kilos por habitante para el caso español, ligeramente por encima del año anterior (+0,4 kilos por habitante). Sin embargo, este indicador se sitúa en 2,2 kilos por habitante por debajo de la media europea.

Los países que lideran el ranking comunitario de recogida por habitante son Noruega y Finlandia (19,5 y 15,7 kilos por habitante, respectivamente). Por su parte, España se sitúa únicamente por delante de Italia (8 kg/hab.) respecto al conjunto de las principales economías europeas, existiendo todavía diferencias significativas con Alemania y Francia (12,5 y 12,3 kg/hab., respectivamente).

Con todo, España también presenta una menor cuota per cápita de AEE puestos en el mercado. Respecto al trienio anterior, 2017-2019, el peso de los aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado ha alcanzado, en media, los 22,9 kilos por habitante en el conjunto de la Unión Europea, frente a los 16,1 registrados en España. Esta diferencia de 6,9 p.p. se ha acentuado durante este último año.

Gráfico 3 - Comparativa europea de AEE puestos en el mercado y recogida de RAEE, kilos por habitante



Fuente: Afi; Eurostat

Cifras relativas a pilas, baterías y acumuladores

En 2022 también se registra una destacada ampliación, del 48% interanual, del número de productores de pilas, baterías y acumuladores inscritos en el Registro Oficial del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, totalizando 2.747 productores. Al igual que sucede con los AEE, la gran mayoría (80%) tiene su sede principal en España y se encuentran adheridos a un sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP) (94,7%).

Sin embargo, la evolución registrada en el mercado de pilas y acumuladores portátiles ha sido más débil. De hecho, el número de unidades introducidas en el mercado se sitúa en 646,3 millones y registra una caída del 7,9% en 2022, respecto al pasado año. Y, en términos de peso, también caen un 5,3% las toneladas comercializadas (hasta las 15.775,6 toneladas anuales) (Tabla 3).

Este comportamiento se explica por la contracción experimentada en la categoría de pilas estándar, que concentra en torno al 70% de las unidades totales de pilas

y acumuladores puestos en el mercado (457,4 millones), y que suponen más del 63% de las toneladas (9.965). Dicha categoría registra una caída interanual tanto en el número de unidades como en el peso: del 11,8% y 9,6% respectivamente. Mientras, las pilas de botón y acumuladores portátiles evolucionan en sentido contrario. Sobre todo, las primeras, que registraron un crecimiento del 5% en las unidades comercializadas en 2022 (hasta 110 millones), y del 4,6% en términos de peso (hasta las 262 toneladas). Por su parte, las unidades de acumuladores portátiles crecieron ligeramente (0,5% interanual, hasta 78,8 millones) y su peso lo hizo en mayor medida (3,1%, hasta las 5.547 toneladas).

Tabla 3 - Pilas y acumuladores portátiles puestos en el mercado en España, 2022

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Var. interanual (%)	Peso (t)	Var. interanual (%)
Pilas botón	110,00	5,0%	262,45	4,6%
Pilas estándar	457,48	-11,8%	9.965,22	-9,6%
Acumuladores portátiles	78,87	0,5%	5.547,93	3,1%
Total, pilas y acumuladores portátiles	646,35	-7,9%	15.775,60	-5,3%

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-PYA).

En el caso de las pilas y acumuladores para la automoción, se redujo la cantidad puesta en el mercado en 2022 en un 4,4%, hasta los 7,55 millones, cuyo peso conjunto sobrepasa las 127.143 toneladas (-6% interanual). Esta evolución está en línea con el desempeño del sector de automoción, que vio como las matriculaciones de vehículos cayeron hasta un 5,4% durante el año 2022, acusando el impacto de la guerra en Ucrania, los costes de la energía o la subida de los tipos de interés, según datos de Anfac, Faconauto y Ganvam.

Tabla 4 - Pilas, acumuladores y baterías de automoción puestos en el mercado en España, 2022

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Var. interanual (%)	Peso (t)	Var. interanual (%)
Pilas, acumuladores y baterías de automoción	7,55	-4,4%	127.143,68	-6%

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-PYA).

Por su parte, el mercado de pilas, acumuladores y baterías portátiles de tipo industrial ha consolidado la recuperación iniciada en 2021 (después de haber sufrido, en 2020, una importante caída, del 31%, a raíz de la pandemia). En términos de cantidad, el total de pilas y acumuladores de esta tipología puestos en el mercado se incrementó en un 7% respecto al 2021, alcanzando los 4,43 millones de unidades en 2022. Además, el peso del total de unidades comercializadas se situó en las 62.542 toneladas, lo que supone un incremento del 17,1%. Así, su peso medio volvió a aumentar por segundo año consecutivo, hasta los 14,12 kilos en 2022. El buen comportamiento que ha experimentado el conjunto del sector industrial español, arrojando un crecimiento medio del Índice General de Producción Industrial (IPI) del 2,4% en 2022, daría soporte a la puesta en el mercado de las citadas baterías y acumuladores.

No obstante, la evolución registrada por este segmento no ha sido uniforme en todos los tipos de baterías (Tabla 5). Aquellas sin cadmio ni plomo crecen notablemente, tanto en términos de cantidad: un 9,9% (hasta 1,73 millones de unidades), como sobre todo de peso: un 46,8% (hasta las 29.555 toneladas). Asimismo, creció un 6% el número de baterías con plomo puestas en el mercado (hasta 2,56 millones de unidades), que suponen algo más de la mitad del total; aunque su peso se redujo en un 1,3% (totalizan 32.222 toneladas). Por último, las baterías de cadmio experimentaron una caída del 6,2% (0,14 millones de unidades), aunque su peso total se ha incrementado en un 20% (sumando 764 toneladas).

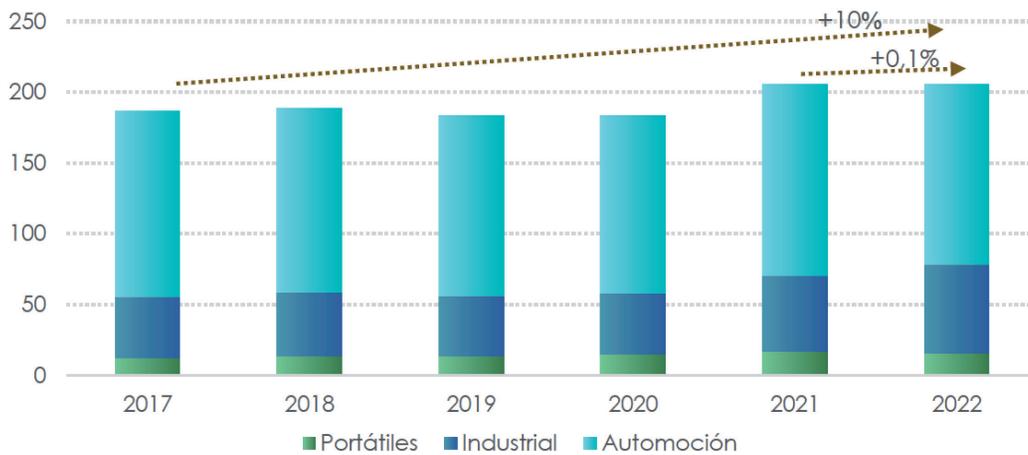
Tabla 5 - Pilas, acumuladores y baterías industriales puestos en el mercado en España, 2022

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Var. interanual (%)	Peso (t)	Var. interanual (%)
Pilas, acumuladores y baterías industriales con cadmio	0,14	-6,2%	764,41	20,0%
Pilas, acumuladores y baterías industriales con plomo	2,56	6,0%	32.222,61	-1,3%
Pilas, acumuladores y baterías industriales sin cadmio y sin plomo	1,73	9,9%	29.555,48	46,8%
Total, pilas, acumuladores y baterías industriales	4,43	7,0%	62.542,51	17,1%

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-PYA).

Las toneladas de pilas, baterías y acumuladores puestos en el mercado en 2022 se mantienen en los mismos niveles que el año anterior. Aunque en perspectiva histórica, se sitúan un 10% por encima de los de 2017, habiéndose incrementado principalmente las toneladas comercializadas de baterías industriales (+45,6% acumulado) y de acumuladores portátiles (+27,4%).

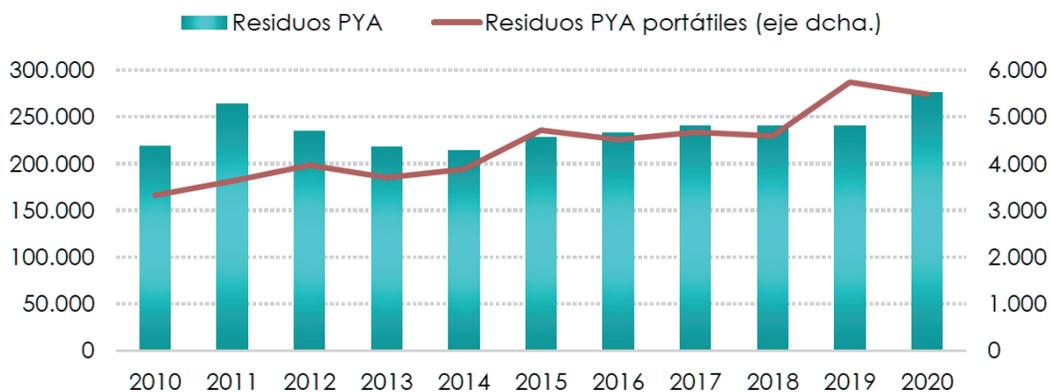
Gráfico 4 - Evolución de kt de PYA puestas en el mercado en España, 2017 - 2022



Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

Por último, cabe indicar que las cifras relativas a la recogida y reciclaje de los residuos de pilas y acumuladores han registrado un máximo histórico en el año 2020 (último dato disponible, INE), gracias al tratamiento y recuperación de más de 275,9 kilotoneladas de residuos, lo que representa un crecimiento del 14,6% respecto al año anterior (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Evolución de toneladas de residuos de PYA recogidas en España, 2010 - 2020



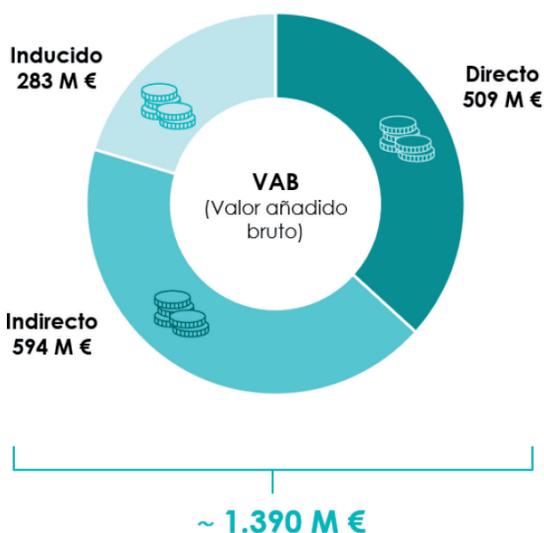
Fuente: Afi; Eurostat, INE.

Peso económico del sector del reciclaje de RAEE y pilas en España

La actividad vinculada con el reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de pilas, se estima que contribuyó a generar alrededor de 1.390 millones de euros de valor añadido bruto (VAB)⁵ en la economía española en 2022. En dicha contribución se incluye el efecto directo, de la actividad de las principales empresas de reciclaje, estimado en unos 509 millones de euros, así como los efectos indirecto e inducido (véase Anexo I – Nota metodológica).

El impacto indirecto es consecuencia de las actividades suministradoras de bienes y servicios intermedios a la industria de reciclaje de RAEE y pilas (entre ellas estarían las de fabricación de bienes de equipo, servicios de suministro eléctrico, servicios financieros y seguros, etc.), cuantificándose en torno a los 594 millones de euros. Por su parte, el efecto inducido se estima en unos 283 millones y viene dado por el giro de las rentas (salarios y excedentes empresariales, principalmente) generadas por los efectos directo e indirecto, vía consumo, en el conjunto de la economía.

Gráfico 6 - Peso económico, en términos de VAB, de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto, 2022



Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil. Estimación aplicando la metodología Input-Output.

⁵ Magnitud similar al PIB, ya que este se define por la suma de los valores añadidos del proceso de producción, por lo que se identifica con la suma del Valor Añadido Bruto (VAB) y los impuestos indirectos sobre los productos menos las subvenciones.

El sector de reciclaje de RAEE y pilas también contribuye a la generación y mantenimiento de empleos en el conjunto del territorio nacional. En este sentido, se estima que ayuda a mantener cerca de 24.000 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo en España, teniendo en cuenta los efectos directo, indirecto e inducido. En particular, el empleo generado de forma directa, por las principales empresas del sector, se estima en torno a los 8.500 puesto de trabajo.

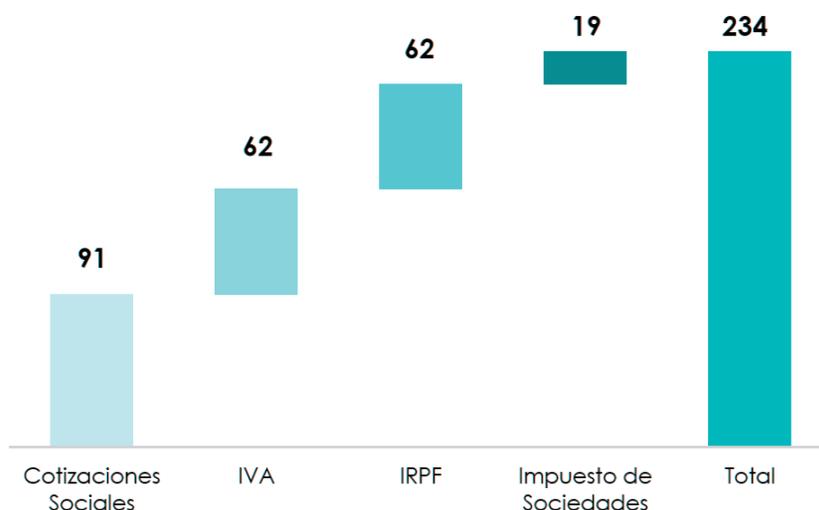
Gráfico 7 - Contribución al empleo, de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto, 2022



Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil. Estimación aplicando la metodología Input-Output.

Asimismo, cabe estimar la aportación a las arcas públicas de la actividad directa de las principales empresas españolas del sector de reciclaje de RAEE y pilas. Dicha aportación se estima superior a los 230 millones de euros para 2022 (Gráfico 8). En ella se incluyen las cotizaciones sociales, que suponen alrededor de 91 millones de euros, junto con la aportación en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), estimada en 62 millones, y del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF), que supone otros 62 millones; además del Impuesto de Sociedades, con 19 millones adicionales.

Gráfico 8 - Contribución a las arcas públicas de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas, 2022 (millones de euros)



Nota: estimación a partir de la aplicación de tipos impositivos medios.

Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil.

La importancia socioeconómica de la industria de reciclaje de RAEE y pilas va en aumento. En el último año, la contribución económica, en términos de VAB, registró un crecimiento interanual en torno al 12,5% en España. Dicha contribución va acompañada de una mayor generación de empleo que, como se indicaba anteriormente, podría acercarse a los 24.000 puestos de trabajo (véase síntesis de la contribución económica total en Figura 1).

Además, la tendencia creciente que están registrando los flujos de comercialización de AEE y PYA, así como la necesidad de velar por su adecuada recogida, tratamiento y reciclaje al final de su vida útil, dan soporte a unas expectativas favorables para esta industria. Ello, en un contexto de creciente avance de la economía circular y de apuesta por la autonomía estratégica de la UE, para lo que es esencial la actividad de reciclaje, de cara a minorar el tensionamiento en el acceso a ciertas materias primas críticas, que se pueden recuperar de los RAEE y baterías usadas.

Figura 1 - Contribución económica total de la actividad de las principales empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas en España, 2022



(*) Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo.

(**) Contribución derivada del efecto directo de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas. Se incluyen cotizaciones sociales.

Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil. Estimación aplicando la metodología Input-Output.

Perspectivas sobre el despliegue de la movilidad eléctrica en España y la generación de residuos de baterías

En los últimos años se ha observado un avance en materia de transición hacia la movilidad eléctrica en el parque de vehículos español. Entre las razones objetivas para la creciente demanda de vehículos eléctricos (en adelante, VE⁶), se encuentran: (i) la implementación de políticas y regulaciones favorables, (ii) el aumento de la infraestructura de recarga, y (iii) el aumento del alcance y del rendimiento de las baterías gracias a los avances en tecnología, entre otros.

Hitos y retos en la movilidad eléctrica

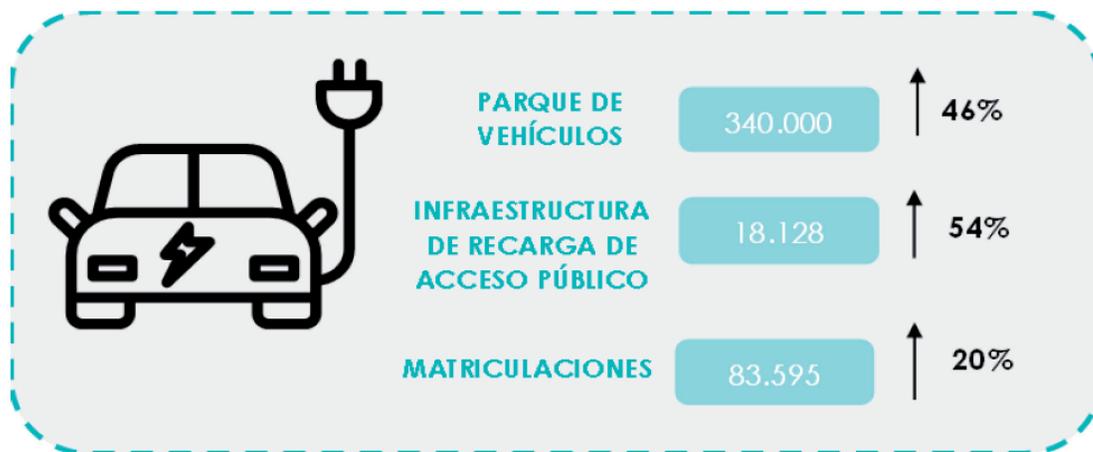
En primer lugar, es relevante destacar la contribución de la implementación de políticas y regulaciones que restringen la circulación de vehículos en ciertas zonas, exentando a los vehículos eléctricos; además de los incentivos fiscales existentes. Las Administraciones buscan fomentar el uso de vehículos eléctricos mediante la creación de incentivos para su adquisición y la implementación de políticas que promuevan su expansión. Así, en julio de 2023, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) lanzaba la tercera convocatoria del programa de ayudas para flotas de vehículos eléctricos y de pila de combustible dotado con 30 millones de euros (MOVES Flotas⁷), con cargo al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), para impulsar la electrificación de grandes flotas de transporte compuestas por vehículos ligeros –de ciclomotores a furgonetas–, de empresas privadas o entidades del sector público. Adicionalmente, se mantiene vigente el Plan Moves III (con una dotación de hasta 1.200 millones de euros, y que está implementándose desde 2021 en el marco del PRTR), cuyo objetivo es incentivar la compra de vehículos eléctricos (coches, furgonetas, motocicletas y cuadríciclos), así como la instalación de las infraestructuras para su recarga, y está destinado tanto a personas físicas, como autónomos, empresas y entidades públicas.

6 Se incluyen todos los vehículos eléctricos (turismos, camiones, vehículos comerciales, ciclomotores), tanto los completamente eléctricos (BEV), como los híbridos enchufables (PHEV) de gasolina o diésel.

7 Resolución de 14 de julio de 2023, del Consejo de Administración de E.P.E. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Las matriculaciones de vehículos eléctricos (100% eléctricos e híbridos enchufables, de todo tipo) han mantenido una tendencia creciente en los últimos años, registrando un incremento del 20% interanual en 2022. Así, el año pasado, una de cada tres ventas de vehículos en España corresponde a VE, configurando un parque de 340.000 unidades. Por otro lado, los puntos de recarga de acceso público se han incrementado en un 54% desde 2021, lo que resulta en un total de 18.128 puntos (Figura 2).

Figura 2-Hitos en la movilidad eléctrica en 2022



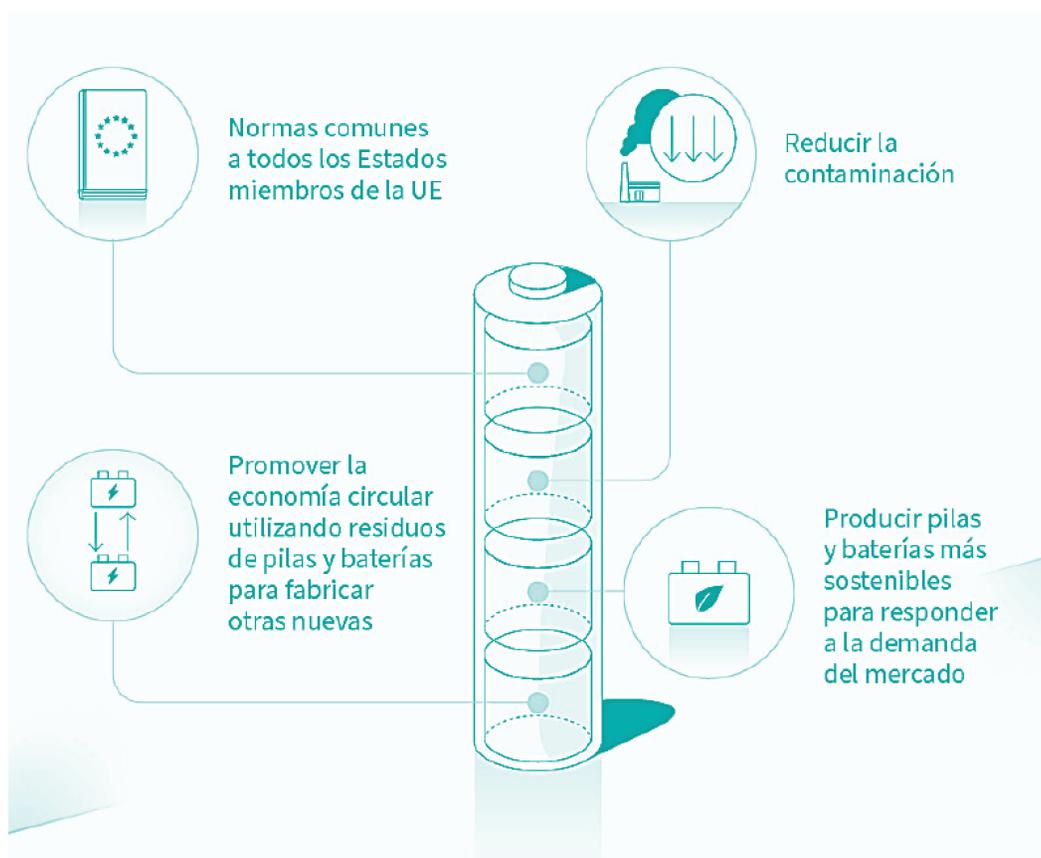
Fuente: Afi, a partir de ANFAC y EAFO

A pesar del avance en el despliegue de la movilidad eléctrica en España, queda camino por recorrer para cumplir con los objetivos establecidos a escala nacional. En particular, el borrador del nuevo Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023-2030, marca como objetivo de dimensión del parque de vehículos de 540.000 VE para el año 2025 y 5,5 millones para 2030, acompañado por un despliegue de infraestructura de recarga de acceso público. Asimismo, como resultado de las medidas que se adoptan en el Plan, se prevé alcanzar el 25% de energía renovable en el transporte (vía electrificación y biocarburantes) para el año 2030, así como una reducción de las emisiones de gases efecto invernadero del 16,6% en el transporte-movilidad en 2030.

En cuanto a la autonomía y eficiencia de la batería de VE, en los últimos años se ha mejorado gracias a las nuevas tecnologías. La batería es uno de los elementos esenciales del VE, hoy en día puede alcanzar hasta los 700 km de autonomía, aunque aún sigue siendo uno de los motivos que limitan la adquisición de los vehículos 100% eléctricos. Sin embargo, resulta fundamental considerar

otros aspectos relativos a las baterías, como es su ciclo de vida (Figura 4). Así, en agosto de 2023 entraba en vigor el nuevo reglamento europeo relativo a las pilas y baterías y sus residuos, de cara a que utilicen un mínimo de sustancias nocivas, necesiten menos materias primas de países de fuera de la UE y se puedan recuperar mejor tras su uso. Dicho reglamento establece nuevos objetivos y busca garantizar que las baterías comercializadas en la UE sean sostenibles y seguras durante todo su ciclo de vida, lo que permitirá reducir la huella ambiental de los vehículos eléctricos y mejorar su posicionamiento frente al resto (Figura 3).

Figura 3-Objetivos del nuevo reglamento europeo sobre pilas y baterías



Fuente: Consejo de la Unión Europea

Debido al importante impacto medioambiental que tiene el ciclo de vida de las baterías, es imperativo considerar los residuos de las baterías de VE y su utilidad para fabricar otras nuevas, promoviendo la economía circular. Por ello, hay que abordar el reto de gestionar los residuos de estos vehículos eléctricos, que tienen una dificultad añadida respecto a los tradicionales, debido a que los materiales de la batería de VE (litio, cobalto, manganeso) no son los tradicionalmente reciclados en plantas, y poseen una estructura interna compleja. De esta manera, tras el uso de una batería en un VE, se le daría una segunda vida (VE u otros destinos), y después se sometería a un proceso de reciclaje (Figura 4).

Figura 4-Ciclo de vida de la batería de los VE



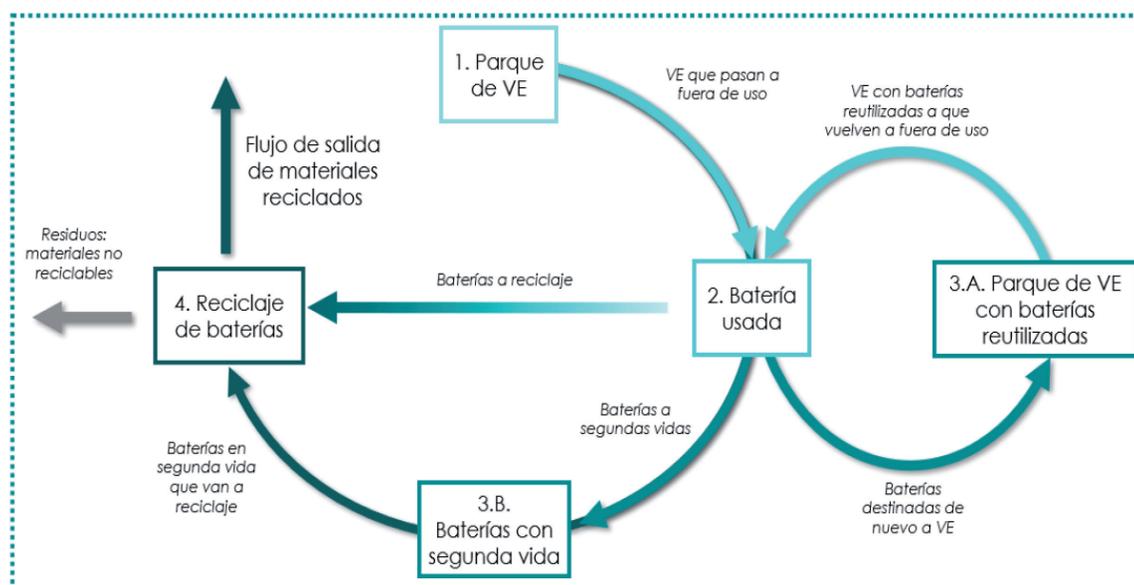
Fuente: Afi a partir de EEA

Con el objetivo de ayudar a la industria a predecir el volumen de las nuevas necesidades de reciclaje, así como las oportunidades que se presentan, se ha desarrollado un ejercicio de modelaje para cuantificar, hasta 2030, el flujo de baterías provenientes de VE que serán reutilizadas y recicladas. Concretamente, se ha diseñado un Modelo de Análisis de Flujo (en adelante MAF), que permite no solo estimar los volúmenes de reciclaje de las baterías, sino también qué cantidad de estas son enviadas a una segunda vida.

Previsión de flujos de baterías reutilizadas y reciclables

El parque de vehículos eléctricos en España se prevé que crezca exponencialmente en los próximos años y se estabilice al final de la década, hasta alcanzar los 5,5 millones de VE en 2030, de acuerdo al objetivo marcado a nivel nacional (recogido en el PNIEC) y según el MAF. Así, a medida que aumente el parque de VE, también lo harán las baterías sometidas a procesos de gestión de residuos de las mismas para, en última instancia, ser recicladas (véase flujo de reciclaje en Figura 5).

Figura 5-Modelo de Análisis de Flujo de reciclaje de baterías de VE



Fuente: Afi

Algunas baterías, tras una primera vida, son enviadas directamente a reciclaje. No obstante, este flujo, a medida que se integran de forma más amplia opciones de segunda vida, se espera que disminuya paulatinamente a lo largo de los años. Por su parte, las baterías pueden ser reutilizadas en VE o en aplicaciones estacionarias alternativas. En todo caso, la reutilización de las baterías de los VE prolonga la vida útil de las mismas, antes de su posterior tratamiento, al final de su vida útil, para poder recuperar determinados materiales a través del proceso de reciclado.

La reutilización de una batería para un VE será viable cuando mantiene suficiente capacidad de carga. En este sentido, entre los motivos para disponer de la batería (Richa et al 2017) estarían: una avería prematura del vehículo, un accidente que no impacte en la batería, o que se produzca un desajuste de la vida útil cuando un VE antiguo recibió una nueva batería de repuesto y llegue el final de su vida útil antes de que se agote la capacidad de la segunda batería.

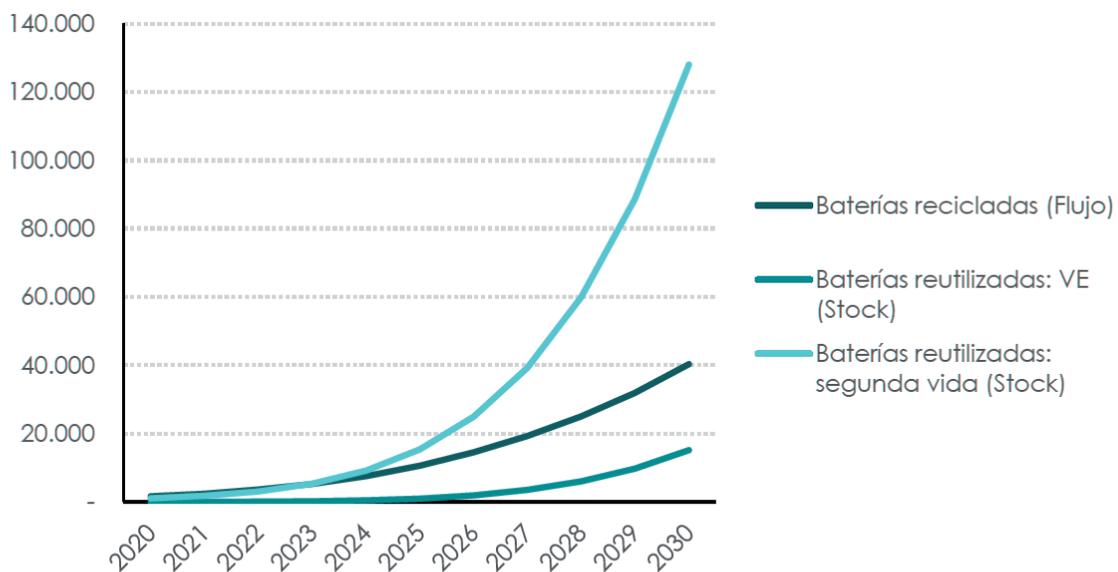
Se estima que para 2030, cerca de 20.000 VE tendrán baterías reutilizadas, registrando una tendencia creciente a lo largo de los años. No obstante, el número de baterías que son reutilizadas en otro VE crece lentamente debido a las necesidades de adaptación de los procesos productivos.

Sin embargo, cuando la capacidad de la batería disminuye hasta el 70% - 80%, ya no es apta para su uso en VE, pudiendo destinarse a otras aplicaciones, especialmente en el ámbito de almacenamiento energético. Esta segunda vida puede reducir considerablemente el impacto medioambiental a corto y medio plazo de

la fase final de vida útil, además de ofrecer sinergias con las instalaciones de energías renovables.

En concreto, electrolineras y paneles solares para autoconsumo son dos de los destinos con mayor potencial para dar una segunda vida a las baterías (Casals et al, 2019). La durabilidad de las mismas en aplicaciones estacionarias puede rondar los 30 años en electrolineras, 15 en paneles solares y 20 años en actividades de apoyo a la red eléctrica⁹. Así, el número de baterías destinadas a una segunda vida en estas aplicaciones se estima que alcanzará entre las 100.000 y 200.000 para 2030, de acuerdo con el modelo especificado (Gráfico 9).

Gráfico 9-Previsión del flujo de baterías de VE reutilizadas y recicladas (nº de baterías)

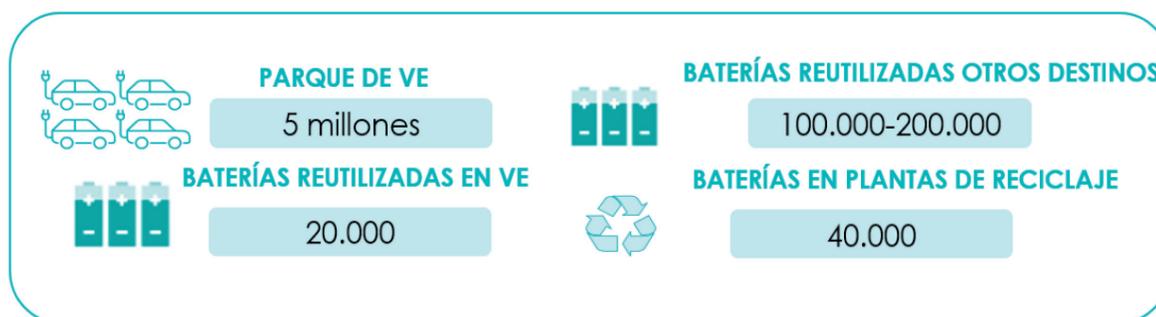


Fuente: Afi

⁹ No obstante, todavía es necesario investigar para comprender la degradación de los componentes de las baterías con potencial de reutilización y las aplicaciones más eficientes.

Además, se prevé que en torno a 40.000 baterías anuales estén disponibles para ser tratadas en plantas de reciclaje en el año 2030. Este flujo registrará una tendencia creciente, que se acentuará a partir de entonces, como consecuencia de la amplia expansión prevista del parque de VE.

Figura 6 - Volumen de baterías de VE reutilizadas y disponibles para reciclaje, previsto para 2030, según el modelo MAF



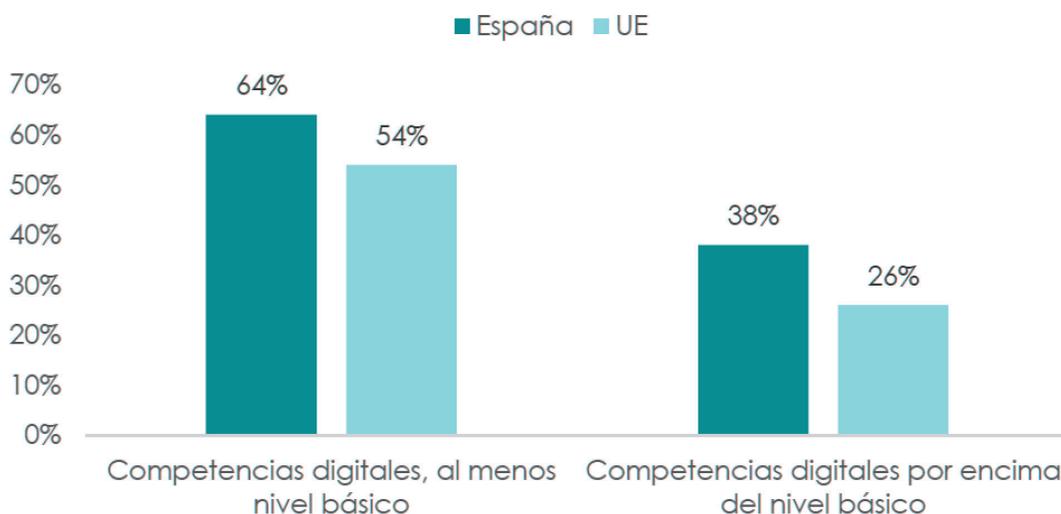
Fuente: Afi

Tendencias y retos vinculados con el reciclaje de equipos informáticos

La transformación digital constituye un objetivo clave de la política económica europea y española. El Programa Estratégico para la Década Digital 2030, impulsado por la Comisión Europea, establece una serie de metas para avanzar en cuatro ámbitos: i) ciudadanos con capacidades digitales; (ii) digitalización de los servicios públicos; (iii) infraestructuras digitales, seguras y sostenibles; y (iv) transformación digital de las empresas. En particular, para finales de la presente década se busca que el 80% de los adultos cuente al menos con competencias digitales básica y utilice la tecnología de manera diaria. Asimismo, en el ámbito empresarial, los objetivos a alcanzar se refieren a que un 90% de las pymes alcancen un nivel de digitalización básico y que el 75% de las empresas utilicen servicios de computación en nube, análisis de big data e inteligencia artificial.

Actualmente, el grado de digitalización de la población española es superior a la media de la Unión Europea. España ocupa el décimo puesto, entre los Estados miembros, por nivel de digitalización del capital humano, con una puntuación 5 puntos superior a la media, de acuerdo con el Índice de la Economía y la Sociedad Digitales 2023. Además, el 64% de la población española entre 16 y 74 años tiene al menos un nivel básico de competencias digitales, frente al 54% de la media europea. No obstante, es necesario seguir avanzando en el uso de las tecnologías digitales, con la finalidad de que en el año 2030 dicho porcentaje de población con competencias digitales básicas alcance el 80%. Por su parte, la población con competencias digitales superiores al nivel básico se sitúa en el 38% en España, esto es, 12 puntos porcentuales por encima de la media europea.

Gráfico 10- Indicadores sobre la digitalización de la población (% de personas)



Nota: población entre 16 y 74 años.

Fuente: Afi a partir de la Comisión Europea

Los procesos de digitalización van acompañados de la dotación de equipos y dispositivos electrónicos, incluyendo ordenadores (portátiles y de sobremesa) y tabletas. Y con ello aflora el reto de la recogida y tratamiento de aquellos equipos informáticos que llegan al final de su vida. Esta etapa de gestión de los equipos en desuso es esencial, de cara a contribuir al uso eficiente de los recursos y a la recuperación de materias primas secundarias mediante la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización. Además, ha de tenerse en cuenta que los equipos de informática y telecomunicaciones (categoría en la que se incluyen los mencionados equipos TIC) están sujetos a un objetivo de reciclaje del 80% (Directiva 2012/19).

Sin embargo, dichos equipos informáticos presentan una tasa limitada de recogida. A escala de la Unión Europea, en 2020 solo se recuperó el 14,1% de dichos equipos, según los últimos datos publicados por Eurostat.

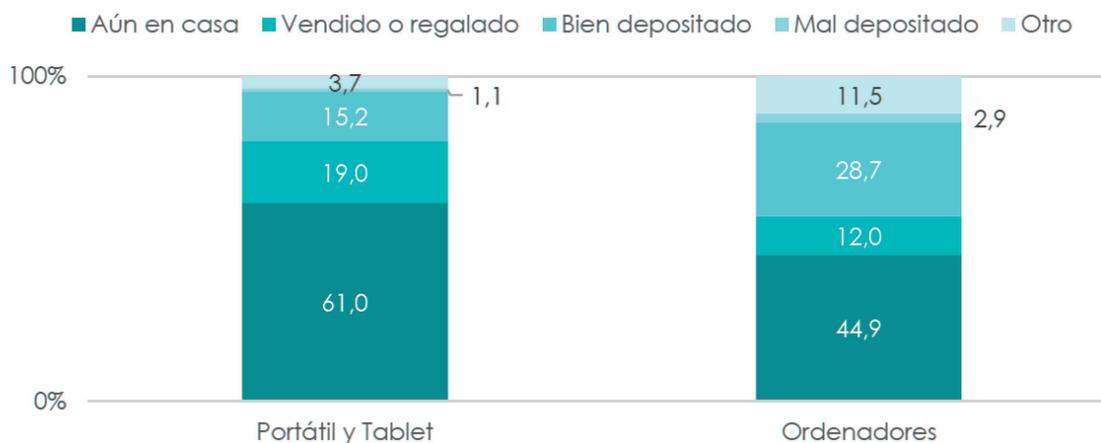
En el caso español, se observa que la mayoría de los hogares mantienen los equipos informáticos (ordenadores y tabletas) en la vivienda, a pesar de haber pasado a un estado de desuso. En concreto, el 45% de los hogares españoles guarda los ordenadores de sobremesa que están en desuso. Y en el caso de los ordenadores portátiles y tabletas dicho porcentaje alcanza el 61%.

Adicionalmente, entre los destinos de los equipos en desuso se encuentran la venta o regalo a terceros, y el depósito para la posterior gestión del residuo. El primero (venta / regalo) está vinculado con el comportamiento seguido por un

12% de los hogares españoles que tenían un ordenador de sobremesa en desuso, así como por un 19% de los hogares que se han deshecho de un ordenador portátil o tableta.

Por su parte, el depósito del residuo de los equipos informáticos generalmente se hace de forma adecuada. Así, un 28,7% de los hogares españoles ha depositado los ordenadores de sobremesa fuera de uso en un punto limpio, y un 15,2% ha hecho lo propio con los residuos de portátiles y tabletas. Mientras, solo el 2,9% y 1,1% de los hogares, respectivamente, han depositado los equipos en un contenedor no designado para ese fin.

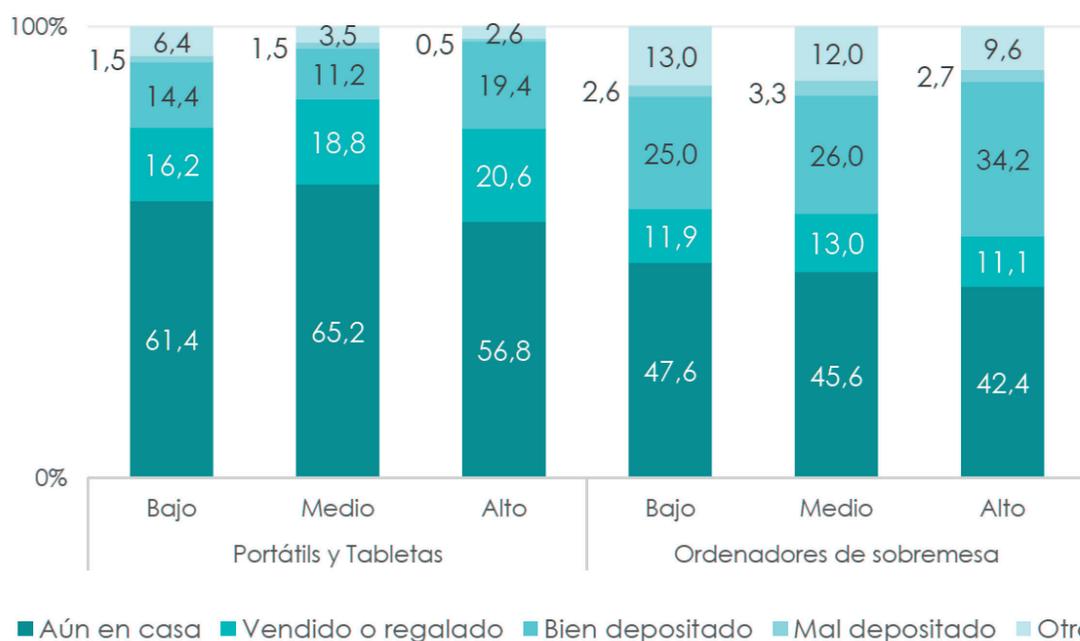
Gráfico 11- Gestión de los equipos informáticos en desuso por parte de los hogares españoles (% de hogares)



Fuente: Afi a partir de INE

En relación con el comportamiento de los individuos según su nivel educativo, cabe destacar que aquellos con un mayor nivel de formación son los que exhiben un mejor comportamiento, siendo los que menos mantienen en casa los equipos informáticos que entraron en desuso. En este sentido, son esos individuos con mayor nivel educativo los que venden o regalan los ordenadores portátiles y tabletas que ya no utilizan en mayor proporción. Asimismo, son esos individuos, con mayor nivel educativo, los que en mayor medida depositan los equipos fuera de uso de forma adecuada (en un punto limpio).

Gráfico 12- Gestión de los equipos informáticos en desuso, según nivel educativo de los individuos (%)



Nota: nivel educativo "bajo" corresponde hasta la primera etapa de educación secundaria; el "medio" va desde la segunda etapa de educación secundaria hasta la formación profesional o equivalente; y "alto" equivale a formación universitaria o superior.

Fuente: Afi a partir de INE

La conducta observada en los ciudadanos, respecto al tratamiento de los equipos informáticos en desuso, hace necesario impulsar algunos cambios. No hay que olvidar que este tipo de equipos, y otros pequeños aparatos electrónicos de consumo, contienen una gran variedad de materiales, incluyendo diversas materias primas fundamentales (como platino, cobalto, indio, antimonio, berilio, litio, tierras raras, wolframio y tantalio). La extracción o recuperación de estas materias primas resulta fundamental, por sus grandes repercusiones medioambientales, en materia de recursos, así como sobre la salud pública. De ahí que sea necesario velar por la recuperación de los residuos (promoviendo el depósito de los equipos fuera de uso, en los puntos limpios) y la aplicación de los principios de circularidad, favoreciendo también la ampliación de la vida útil de aquellos dispositivos a los que se pueda dar una segunda vida.

Además, dichas materias primas resultan especialmente relevantes en el actual contexto, marcado por una creciente demanda mundial de estos materiales y por el riesgo de fricciones en el acceso a los mismos (interrupciones en los aprovisio-

namientos). Una situación que es más crítica para economías como la española y, en general, la de la Unión Europea, dependientes de las importaciones de muchas de esas materias primas.

Con la finalidad de aumentar las tasas de recogida y el reciclaje de pequeños aparatos electrónicos, incluyendo los equipos informáticos, la Comisión Europea ha emitido una serie de recomendaciones. Entre ellas figura el establecimiento de incentivos económicos para la devolución de los equipos en desuso (tanto los que no funcionen, como los que sean reutilizables), mediante financiación específica para los operadores de sistemas de recogida, y/o a través de requisitos para que dichos operadores proporcionen este tipo de incentivos. Asimismo, se busca que los Estados miembros fijen objetivos de reutilización y de preparación para la reutilización de ordenadores portátiles y tabletas.

La Comisión Europea también aboga por impulsar la creación y el uso de herramientas que permitan a los consumidores calcular el valor de recompra de los equipos. Una recompra que sería realizada por las entidades de los sistemas de recogida de equipos en desuso. Por otro lado, cabría crear y mejorar las bases de datos y soluciones digitales a las que tienen acceso los consumidores para informarse sobre los puntos de recogida y los sistemas de devolución de equipos en desuso. Otra de las recomendaciones se refiere a que los consumidores puedan ser informados, en el punto de venta (de forma clara y visible) o en la oferta de venta online, sobre la posibilidad de devolución de los equipos usados o de desecho. Asimismo, se pretende que los sistemas de recogida ofrezcan información, a los consumidores que hacen entrega de sus equipos en desuso, sobre el empleo de sistemas de certificación (o equivalentes) que garantizarán el adecuado tratamiento de los datos personales que puedan estar almacenados en los equipos informáticos entregados.

Adicionalmente, para favorecer la recogida separada y el depósito o entrega de los equipos informáticos usados, podrían ponerse a disposición servicios postales y de mensajería, dotándose así de una red que dé soporte a los flujos de recogida.

Además, se anima al asociacionismo entre los sistemas de recogida y las entidades u organizaciones dedicadas a la reutilización, para dotar de una gestión adecuada a aquellos equipos que puedan ser objeto de preparación para su reutilización (versus lo que se destinen a reciclado).

Por último, pero no menos importante, la Comisión Europea recomienda realizar, de forma periódica y con distinta cobertura geográfica (nacional, regional, local), campañas de sensibilización de los consumidores, promovidas por los sistemas de responsabilidad ampliada del productor, con la finalidad de promover la recogida selectiva de los equipos informáticos y otros pequeños aparatos electrónicos. En particular, se pretende que dichas campañas pongan énfasis, por una

parte, en ofrecer información sobre los puntos de recogida de los equipos en desuso, dando a conocer las alternativas existentes para la entrega (devolución), reutilización o deshecho de dichos equipos. Y, por otra parte, que visibilicen las ventajas o impactos directos positivos en los consumidores, para que estos tengan en cuenta la importancia de depositar adecuadamente los equipos usados y, así, permitir su valorización.

Oportunidades para el desarrollo de las cadenas de valor de la industria de reciclaje, en el contexto del Plan de Recuperación

Distintas cadenas de valor en las que se inserta la industria del reciclaje de RAEE y pilas están siendo objeto de desarrollo y modernización, de cara a dar respuesta al reto de la transición verde y la incorporación de los principios de circularidad, apostando por modelos productivos más sostenibles y circulares.

En este contexto, cabe hacer alusión un año más a los fondos europeos Next Generation que se están movilizando en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) en España. Un Plan que se ha renovado y ampliado a través de una adenda¹⁰ al mismo, de tal forma que España podrá recibir más de 163.000 millones de euros de fondos Next Generation EU hasta 2026.

En torno al 40% de dichos fondos públicos se destinarán a actuaciones vinculadas con la transición verde. Entre ellas, figuran iniciativas ligadas al despliegue de la movilidad eléctrica y de las energías renovables, con implicaciones en la industria de reciclaje, como las que se presentan a continuación.

Inversión pública para impulsar el despliegue de la movilidad eléctrica en España

La tendencia del creciente despliegue de la movilidad eléctrica en España, analizada en un anterior capítulo del presente informe, está siendo impulsada con inversión pública procedente de los fondos Next Generation EU. En este sentido, destacan las ayudas asociadas al PERTE VEC - Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica ligado al desarrollo del vehículo eléctrico y conectado, que cuenta con una dotación total de 4.120 millones de euros.

En julio de 2023 se lanzó una segunda convocatoria (PERTE VEC 2) de ayudas

¹⁰ Aprobada por la Comisión Europea el 2 de octubre de 2023 y ratificada por el Consejo de la UE el día 17 de ese mismo mes.

para actuaciones integrales de la cadena industrial del vehículo eléctrico y conectado, incluyendo una línea específica para impulsar proyectos de producción de baterías del vehículo eléctrico. Se trata de una línea dotada con 837 millones de euros y que ha registrado una elevada demanda. Asimismo, en el PERTE VEC 2 se incluye otra línea (de la cadena de valor industrial del VEC), destinada a promover nuevos modelos de vehículos eléctricos y de prototipos de baterías y de pila de combustible, y en darles una segunda vida. La dotación de esta segunda línea es superior a los 559 millones de euros.

Entre las actuaciones financiadas con cargo a la línea de baterías se encuentra el reciclaje de baterías mediante procesos que permitan la separación, lavado y/o lixiviación para la obtención de litio y cobalto presente entre los componentes de la batería, promoviendo la economía circular en el ciclo de vida de dichas baterías. Ello representa una oportunidad para llevar a cabo proyectos que doten a España de nuevas instalaciones para la fabricación y posterior tratamiento de las baterías de vehículo eléctrico, contribuyendo a reforzar la competitividad de la cadena de valor de la industria y servicios de movilidad.

Figura 7- Actuaciones financiadas para impulsar la producción de baterías del vehículo eléctrico, dentro del PERTE VEC 2



Fuente: Afi, a partir de la orden de bases de la convocatoria del PERTE VEC 2

Los proyectos de baterías, beneficiarios del PERTE VEC 2, totalizan 26 iniciativas¹¹, promovidas por 21 empresas y cuya implementación se llevará a cabo en una decena de comunidades autónomas (véase Gráfico 13), de acuerdo con la resolución definitiva de la concesión de las ayudas, publicada el 10 de noviembre de 2023. Este conjunto de 26 proyectos cuenta con un presupuesto total superior a los 3.211 millones de euros y se prevé que obtengan 628,7 millones de financiación pública.

¹¹ Se incluyen proyectos como el promovido por Beecycle, para una planta de reciclaje de baterías de vehículo eléctrico en Navarra.

Por su parte, a la línea de ayudas relativa a la cadena de valor industrial del VEC, se presentaron 138 planes de inversión para implementar 251 proyectos individuales. Sin embargo, en el momento de elaboración del presente informe todavía están pendientes de conocerse los proyectos beneficiarios.

**Gráfico 13- Localización de proyectos beneficiarios de la línea de baterías,
del PERTE VEC 2 (nº de proyectos)**



Fuente: Afi, a partir de MINCOTUR (según resolución definitiva de concesión de las ayudas del PERTE VEC 2 - sección A, de 10 de noviembre de 2023).

Además de las mencionadas actuaciones integrales de la cadena industrial del vehículo eléctrico y conectado, existen otros programas de ayudas para impulsar la electrificación del parque de vehículos, como son: MOVES III, MOVES Flotas y MOVES Singulares II.

El programa MOVES III también contempla ayudas para la adquisición de vehículos eléctricos y la instalación de infraestructuras de recarga. Pueden beneficiarse de dichas ayudas tanto personas físicas, como empresas y otras entidades (que adquieran hasta 50 vehículos eléctricos). Es un programa gestionado a través de las comunidades autónomas y cuenta con una dotación de hasta 1.200 millones de

euros. Desde su lanzamiento en 2021 ha registrado una notable demanda, y el 11 de noviembre de 2023 se amplió su plazo de vigencia, hasta finales de julio de 2024.

Por su parte, el programa MOVES Flotas está dirigido a la electrificación de flotas de vehículos ligeros de empresas y del sector público institucional (incluyendo la adquisición de flotas de vehículos eléctricos (entre 10 y 500 vehículos) y la instalación de infraestructuras de recarga). En julio de 2023 se publicó la tercera convocatoria de ayudas con cargo a este programa, dotada con 30 millones de euros.

En paralelo, el programa MOVES Singulares II busca incentivar la implementación de proyectos de desarrollo tecnológico y experiencias innovadoras en movilidad eléctrica. La segunda convocatoria lanzada en 2023 está dotada con 264 millones de euros.

Otras inversiones públicas con impacto en la cadena de valor del reciclaje de RAEE y baterías

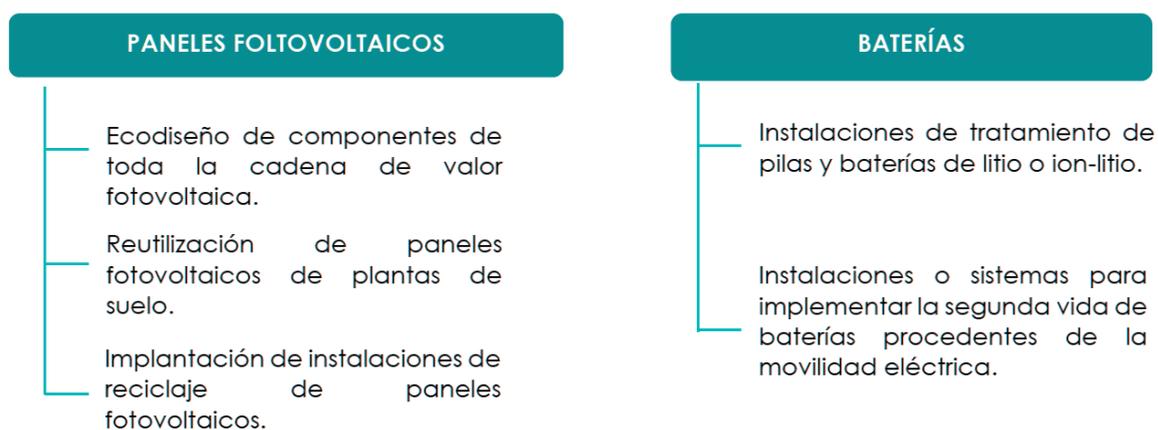
Otra iniciativa destacada, dentro de la implementación de los fondos Next Generation, es la relativa al PERTE en Economía Circular (PERTE en EC), cuyo objetivo es acelerar la transición hacia un sistema productivo más eficiente y sostenible en el uso de materias primas, incrementando la competitividad de los sectores industriales y de la empresa en general. Este PERTE cuenta con una dotación total de 792 millones de euros, incluyendo los recursos de la Adenda al Plan de Recuperación.

Una de las líneas de acción del PERTE en EC se refiere a actuaciones en tres sectores o ámbitos considerados clave (dotada con 600 millones de euros), entre los que se encuentran los bienes de equipo para energías renovables. La consideración de sector clave viene motivada por: la dificultad de acceso a tecnología y el elevado coste que suponen los procesos para la reutilización y el tratamiento de residuos; la gran cantidad de residuos que se van a generar en los próximos años; y la oportunidad para reintroducir algunos de los recursos en el ciclo de vida, lo que permitiría posicionar a España como un país pionero en la gestión de los residuos en estos sectores.

En concreto, tiene especial importancia impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables (paneles solares, palas de los aerogeneradores, baterías, entre otros) debido a la problemática sobre la gestión de los residuos que generará esta tecnología al final de su vida útil. De ahí la pertinencia de incentivar la reutilización de los equipos y materiales en los sistemas renovables. Además, las baterías se presentan como una herramienta esencial para agilizar la transición hacia un sistema de energía sostenible que requiere el desarrollo de capacidad de acumulación de electricidad para afrontar la variabilidad de ciertas fuentes de generación y avanzar hacia un sistema de cero emisiones.

Las ayudas para actuaciones de circularidad ligadas tanto a paneles fotovoltaicos como a baterías están pendientes de ser convocadas. No obstante, en el calendario oficial de convocatorias de ayudas Next Generation EU previstas para finales de 2023 se incluye una convocatoria de ayudas del PERTE en EC para los mencionados sectores clave, por importe de 150 millones de euros.

Figura 8-Actuaciones financiadas para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables, dentro del PERTE en EC



Fuente: a partir de la Memoria del PERTE en EC.

Por otro lado, el apoyo a actuaciones de la cadena de valor del reciclaje de RAEE y baterías también está siendo impulsado a través de las ayudas a proyectos de nuevos modelos de negocio para la transición energética. Así, en 2023 se han destinado 156 millones de euros de fondos Next Generation a proyectos de impulso de modelos de negocio relacionados con el despliegue del almacenamiento energético, así como la gestión de su segunda vida y reciclado. En concreto, uno de los criterios considerados en la evaluación de la viabilidad de los proyectos es el porcentaje de uso de materiales reciclados o reutilizados, que sean recuperados a partir de restos de fabricación o residuos post-consumo. Además, se valoran las actuaciones que desde la fase de diseño prevén un uso eficiente de los recursos, una larga vida útil de los equipos y la reducción de la generación de residuos, facilitando la reutilización y el reciclaje de los mismos.

En definitiva, existen distintas inversiones con cargo a los fondos Next Generation que permitirán avanzar hacia sistemas más circulares y dotarse de las capacidades necesarias para la gestión y reciclaje de determinados RAEE (como los residuos de paneles fotovoltaicos) y de baterías.

**Con
clu
sio
nes**

Conclusiones

- ▶ El número de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) puestos en el mercado sigue una tendencia al alza con un incremento del 2,7% interanual. El avance de la transformación digital sigue consolidando el crecimiento de AEE para uso doméstico. Asimismo, el segmento profesional recupera terreno positivo, destacando el aumento de unidades comercializadas de paneles fotovoltaicos, en un contexto de expansión de las energías renovables.
- ▶ En España se recogieron, en 2020 (último año disponible), el 52,3% de las toneladas de AEE puestas en el mercado durante el trienio anterior. Dicho porcentaje se ha reducido ligeramente, en un año marcado por la pandemia, y dista del 65% marcado por la Comisión Europea. No obstante, se trata de un patrón común en el seno de la UE, y España se mantiene por delante de países como Alemania, Francia e Italia.
- ▶ Por su parte, la recogida y reciclaje de los residuos de pilas y acumuladores han registrado un máximo histórico en el año 2020. Se han recuperado más de 275,9 kilotoneladas de residuos, lo que supone un incremento del 14,6% respecto al año anterior.
- ▶ El sector del reciclaje de RAEE y de pilas se estima que contribuyó a la generación de en torno a 1.390 millones de euros de VAB en la economía española en 2022 (un 12,5% más que el año anterior). Asimismo, contribuye a la generación y el mantenimiento de cerca de 24.000 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. Y la aportación directa del sector a las arcas públicas se estima que superó los 230 millones de euros anuales.
- ▶ El avance de la movilidad eléctrica en el parque de vehículos español sigue ampliándose, alcanzando las 340.000 unidades de vehículos eléctricos en 2022. Las políticas y medidas de impulso, junto con las mejoras tecnológicas que están incorporando las baterías y el despliegue de las infraestructuras de recarga facilitan dicho avance. Así, se mantiene la tendencia creciente en las matriculaciones vehículos eléctricos (alcanzando las 83.500 matriculaciones el año pasado) y en la instalación de puntos públicos de recarga (+54% interanual). No obstante, todavía queda recorrido para alcanzar el objetivo de 5,5 millones en 2030 recogido el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.
- ▶ La segunda vida de las baterías del vehículo eléctrico, así como el reciclaje de los residuos de dichas baterías son etapas clave de su ciclo de vida. Se estima que en 2030 más de 100.000 baterías de vehículo eléctrico usadas se utilizarán en otras aplicaciones, dándoles una segunda vida (por ejemplo, en instalaciones de almacenamiento energético a partir de renovables).

Además, aquellas que ya hayan completado su vida útil y deban ser objeto de reciclaje podrían rondar las 40.000 baterías. En todo caso, estos volúmenes se espera que sean crecientes, a medida que se sigue ampliando el parque de vehículos eléctricos.

- ▶ Los procesos de transformación digital, por su parte, llevan aparejados una creciente dotación de equipos informáticos (ordenadores de sobremesa, portátiles y tabletas) que, llegado el final de su vida útil han de ser preparados para su reutilización o reciclados. Sin embargo, existen limitaciones a la recogida de los equipos usados. Y es que, actualmente, muchos hogares españoles mantienen en su posesión equipos informáticos que están en desuso. Este comportamiento ha de revertirse, ya que dichos equipos informáticos podrán ser reutilizados, alargándose su vida útil; o reciclados, para poder recuperar diversas materias primas fundamentales.
- ▶ La extracción o recuperación de dichas materias primas es clave, teniendo en cuenta sus impactos medioambientales y sociales, así como otros de índole geoestratégica, para asegurar el abastecimiento de materiales críticos. De cara a favorecer dicha recuperación y alcanzar una mayor tasa de recogida de los equipos informáticos usados, cabe desplegar distintas iniciativas, en línea con las orientaciones de la Comisión Europea, que involucran al conjunto de ciudadanos y a los agentes de la cadena de valor del reciclaje.
- ▶ Los fondos Next Generation EU seguirán brindando oportunidades para acometer inversiones tanto en el ecosistema de producción de baterías del vehículo eléctrico, como en materia de circularidad de bienes de equipo para energías renovables, y en otros ámbitos vinculados con los sistemas de reciclaje de RAEE y baterías. La necesaria transición hacia modelos productivos más circulares y sostenibles incorpora, de forma intrínseca, la óptica de gestión y reciclaje de residuos.

Refe
rencias
biblio
grá
ficas

Referencias bibliográficas

- Benchmark Mineral Intelligence (10 de octubre de 2023) <https://www.benchmarkminerals.com/>
- Bobba, S., Mathieux, F., & Blengini, G. A. (2019). How will second-use of batteries affect stocks and flows in the EU? A model for traction Li-ion batteries. *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 279-291.
- Carranza, G., Do Nascimento, M., Fanals, J., Febrer, J., & Valderrama, C. (2022). Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution. *Science of the total environment*, 821, 153419.
- Casals, L. C., García, B. A., & Canal, C. (2019). Second life batteries lifespan: Rest of useful life and environmental analysis. *Journal of environmental management*, 232, 354-363.
- Deng, J., Bae, C., Denlinger, A., & Miller, T. (2020). Electric vehicles batteries: requirements and challenges. *Joule*, 4(3), 511-515.
- Dunn, J., Slattery, M., Kendall, A., Ambrose, H., & Shen, S. (2021). Circularity of lithium-ion battery materials in electric vehicles. *Environmental Science & Technology*, 55(8), 5189-5198.
- EAFO (1 de octubre de 2023). European Alternative Fuels Observatory. Country Reports: Spain, Vehicles and fleet <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/spain/vehicles-and-fleet>
- Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives TERM 2018: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report.
- Gu, X., Zhou, L., Huang, H., Shi, X., & Ieromonachou, P. (2021). Electric vehicle battery secondary use under government subsidy: A closed-loop supply chain perspective. *International Journal of Production Economics*, 234, 108035.
- INE (2022) Instituto Nacional de Estadística: Equipamiento y uso de TIC en los hogares. Año 2022. Accedido el 10 de noviembre de 2023.
- MITECO (2023). Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación ambiental por la que se publican los objetivos mínimos de recogida separada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que deberán cumplir los productores en el año 2023.
- Nichols, C. (2023) Considerations for Remanufacturing Second-Life EV Batteries. IDTechEx.

- NRDC (2023). Building Batteries Better: doing the best with less. National Resources Defense Council.
- Richa, K., Babbitt, C. W., Gaustad, G., & Wang, X. (2014). A future perspective on lithium-ion battery waste flows from electric vehicles. *Resources, Conservation and Recycling*, 83, 63-76.
- Soriano González, C. (2021). Estudio de la economía circular en los vehículos eléctricos e híbridos enchufables: segunda vida y reciclaje de sus baterías (Doctoral dissertation, Industriales).
- Unión Europea. Directiva (UE) 2012/19 del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (refundición).
- Unión Europea. Recomendación (UE) 2023/6618 de la Comisión, de 6 de octubre de 2023, sobre la mejora del índice de devolución de teléfonos móviles, tabletas y ordenadores portátiles usados y de desecho.
- Xu, C., Dai, Q., Gaines, L., Hu, M., Tukker, A., & Steubing, B. (2020). Future material demand for automotive lithium-based batteries. *Communications Materials*, 1(1), 99.
- Yang, F., Xie, Y., Deng, Y., & Yuan, C. (2018). Predictive modeling of battery degradation and greenhouse gas emissions from US state-level electric vehicle operation. *Nature communications*, 9(1), 2429.
- Zhang, Y., Qu, X., & Tong, L. (2022). Optimal eco-driving control of autonomous and electric trucks in adaptation to highway topography: Energy minimization and battery life extension. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 8(2), 2149-2163.

Anexo
Nota
meto
doló
gica

Anexo – Nota metodológica

Estimación de la relevancia económica de la industria de reciclaje de RAEE y pilas

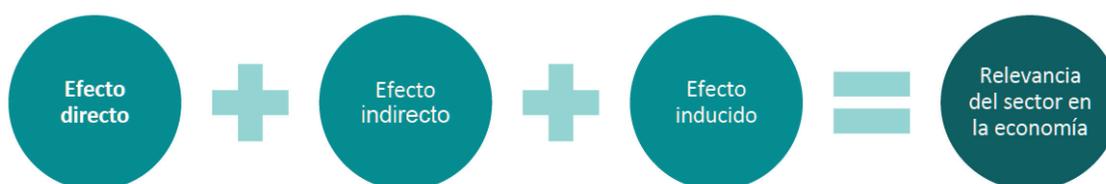
La estimación de la relevancia de las actividades del reciclaje de RAEE y pilas en la economía española se ha realizado a través del análisis "Input-Output", una metodología desarrollada por el economista Wassily Leontief (Premio Nobel de Economía en 1973) y cuyo uso está muy extendido en este tipo de ejercicios de análisis sectorial. Las tablas Input-Output (TIO), elaboradas en España por el INE, son una representación simplificada de la estructura económica y permiten conocer los siguientes elementos:

- I. Las dependencias intersectoriales. Por un lado, permite conocer la cantidad de consumos intermedios que necesita cada sector de actividad para producir una unidad, así como el origen sectorial de esos consumos intermedios. En otras palabras, el efecto arrastre hacia atrás. Por otro lado, permite conocer la parte de la producción de cada sector que se dedica a responder a la demanda final, y la parte destinada a la demanda intermedia, es decir, la parte que se provee como consumos intermedios para la producción de otras actividades (el efecto arrastre hacia delante). Cabe además indicar que, si bien la economía evoluciona de manera ininterrumpida y está sujeta a cambios coyunturales constantes, la estructura productiva de un país tiende a registrar alteraciones con mayor lentitud. Por ello, las relaciones o dependencias intersectoriales reflejadas en las TIO presentan un carácter estructural.
- II. La modelización de shocks. El diseño de las TIO permite estimar el impacto que un shock de la actividad genera en la economía en general. Dicho shock puede provenir de variaciones en el consumo de los hogares, en la inversión, en el gasto público, en las exportaciones, o en las importaciones. Las TIO permiten conocer el impacto de dicho shock en cada una de esas partidas, así como los efectos en la generación de rentas (trabajo y capital). El detalle estadístico por sector permite la obtención de una desagregación sectorial de cada uno de los impactos estimados.

III. Estimación de la relevancia económica de un sector. La información relativa a las dependencias intersectoriales, unida a los resultados de la modelización de shocks permite estimar la contribución de un sector productivo en el total de la actividad económica. El análisis de las tablas Input-Output determina que el impacto de un sector en la economía será el resultado de un cúmulo de tres efectos interrelacionados entre sí:

- Efecto directo: impacto directo de las actividades de recogida y tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y de pilas.
- Efecto indirecto: impacto en los sectores que suministran bienes o servicios intermedios a las actividades afectadas por el impacto directo, para que estas puedan desarrollarse.
- Efecto inducido: resultado del giro de las rentas (salarios y excedentes empresariales) generadas por los impactos directo e indirecto en el conjunto de la economía.

Estimación del peso del sector en la economía, a través del análisis Input-Output



Fuente: Afi

El impacto agregado de los tres efectos mencionados suele medirse en términos de: Valor Añadido Bruto (VAB), una magnitud similar al PIB (siendo este equivalente a la suma del VAB y los impuestos indirectos sobre los productos, menos las subvenciones), y empleo, cuantificado en número de ocupados equivalentes a tiempo completo.

Además, es posible calcular la aportación a las arcas públicas correspondiente a la actividad ejercida por la industria del reciclaje, aplicando los tipos medios de los siguientes impuestos y contribuciones: Impuesto de Sociedades, Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF), Impuesto al Valor Añadido (IVA) y las Cotizaciones Sociales.

Por último, cabe indicar que para la estimación de la relevancia de las actividades de reciclaje de RAEE y pilas en la economía española se ha utilizado la cifra de negocios de los principales operadores de esta industria, incluyendo los sistemas de responsabilidad ampliada del productor, a partir de sus últimas cuentas anuales (base de datos del Registro Mercantil).

Modelo de Análisis de Flujo (MAF) de baterías de vehículo eléctrico

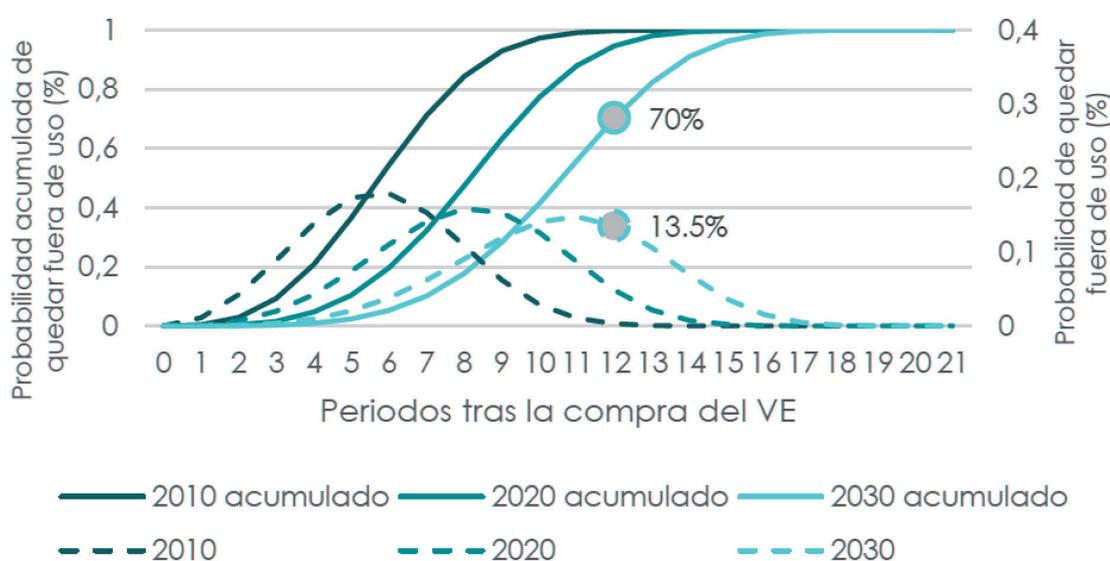
A continuación, se describen las principales especificaciones e hipótesis del modelo:

- **Flujo de entrada de VE**, calculado a partir de: (i) datos del parque de vehículos eléctricos (EAFO) de 2013 a 2021; (ii) extrapolación hacia atrás (desde 2010) para igualar el stock de VE en 2013; y (iii) extrapolación hacia adelante desde 2021 para alcanzar el objetivo de 5 millones de VE en 2030, establecido en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).
- **Vida útil de la batería de VE**. Se ha realizado una estimación de la vida útil de las baterías según la tecnología de 2010 y la esperada en 2030. Como no todas las baterías pasan a desuso al mismo tiempo, se han construido distribuciones de Weibull (uso común para modelizar vidas útiles de aparatos eléctricos). No obstante, la vida útil de la batería depende de la fase en que se encuentre:
 - Puesta en mercado inicial. Los fabricantes de VE otorgan una garantía para las baterías de 8-10 años en media (Casals et al., 2019), aunque la vida útil es menor en motos y camiones (Carranza et al., 2022; Zhang et al., 2022). La distribución de Weibull debe tener, por lo tanto, en 2020 su pico de probabilidad ligeramente antes de los 8 años. En el MAF se asume aproximadamente un avance de la vida media de 2-3 años cada década. La distribución de 2010 tiene su pico a los 4-6 años y en 2030 a los 10-12 años, a partir del planteamiento recogido por Xu et al. (2020) y Deng et al. (2020). Así, por ejemplo, un vehículo comprado en 2030 tiene un 13,5% de probabilidad de quedar fuera de uso a los 12 años, dada la tecnología prevista para ese año. Pero, en el acumulado, el 70% de los VE puestos en el mercado hasta 2030 ya habrán llegado al final de su vida útil a los 12 años.
 - Remanufacturada en VE. En este caso, las distribuciones son más cortas, ya que una batería remanufacturada nunca alcanzará la vida útil de una batería nueva. En 2010 se asume que la mayoría de las baterías remanufacturadas y destinadas a VE estarán 5-6 años en activo.

En 2030 se prevé que alcanzarán de media los 7-8 años, aproximadamente (la misma vida útil que una batería nueva en 2020).

- Remanufacturada en segunda vida, alternativa a VE. Algunos autores estiman que la segunda vida estacionaria puede llegar a alcanzar los 30 años en algunas aplicaciones (Casals et al., 2019). Las distribuciones de Weibull por lo tanto son más largas y aplanadas.

Distribución de Weibull para baterías de VE



Fuente: Afi

- **Tasas de movimiento entre fases**, determinados a partir de Bobba et al. (2019) y NRDC (2023). Se asume que el cambio en el periodo 2010 - 2020 es más lento que en años sucesivos, apoyadas por la medidas y políticas de impulso de la movilidad sostenible y la economía circular.

Del total de baterías procedentes de VE fuera de uso, en 2010 un 20% son enviadas a procesos de reutilización. En 2030, sin embargo, este porcentaje se prevé que ascienda al 80%, atendiendo a las necesidades crecientes de materiales para baterías, que no se pueden suplir exclusivamente con materias primas vírgenes. El porcentaje restante (80% en 2010 y 20% en 2030) corresponde a baterías destinadas a reciclaje.

Por otro lado, de todas las baterías destinadas a reutilización, en 2010

ninguna se reutilizaba en VE, al no existir empresas especializadas o demanda suficiente (de tal forma que todas se destinaban a segunda vida estacionaria). Mientras, en 2030 dicho porcentaje podría situarse en el 20% y el restante 80% iría a otras aplicaciones.

Finalmente, se asume que la tasa de materiales que se pueden reciclar en una batería de VE es del 70% en 2020 (60% en 2010), y que podrá alcanzar el 90% en 2030.



C Orense, 62. 28020 MADRID
T 91 417 08 90
F 91 555 03 62
recyclia@recyclia.es



www.recyclia.es