

// PRESENTACIÓN

III INFORME ANUAL RECYCLIA

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

NOVIEMBRE de 2022 ¹¹
2022



III INFORME ANUAL RECYCLIA

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

Estudio realizado por



para



Un punto de inflexión irreversible



Luis Pérez Bermejo
Presidente de RECYCLIA

En el momento de la publicación de la tercera edición de nuestro Informe Anual sobre tendencias en la industria del reciclaje de residuos electrónicos (RAEE) y pilas en España, la crisis generada por la invasión de Ucrania y las tensiones con China, junto con las consecuencias socioeconómicas de la pandemia que aún arrastramos, han reafirmado que Europa ha de impulsar un modelo de independencia energética e industrial. Es cierto que esta necesidad no es nueva, pero también lo es que la coyuntura geopolítica actual parece haber marcado un punto de inflexión irreversible en la conciencia de administraciones y ciudadanos.

El progreso socioeconómico, sin igual, logrado durante el último siglo, ha estado acompañado de una degradación medioambiental que pone en peligro los ecosistemas de los que depende, a su vez, nuestro desarrollo futuro. Desde hace décadas, se viene imponiendo la necesidad de avanzar hacia un modelo de consumo y producción sostenibles. No obstante, ha sido la coyuntura actual la que nos ha hecho tomar conciencia de la urgencia de desvincular el crecimiento económico y la preservación del medio ambiente del abastecimiento de recursos, y la economía circular se revela aún más estratégica.

En este modelo económico circular, el reciclaje de RAEE y de pilas y baterías se afianza como un sector con gran potencial de crecimiento y cuya contribución a la modernización de nuestra economía no tiene techo por el momento, según constata una vez más nuestro Informe Anual. En el crecimiento de este nicho de actividad serán fundamentales los conocidos como "nuevos residuos": paneles solares y baterías procedentes de la movilidad eléctrica, cuyo volumen no dejará

de aumentar en los próximos años como resultado del proceso de descarbonización de nuestra economía.

En concreto, este informe que, por tercer año, es un placer presentar, está dividido en cinco partes. La primera de ellas está dedicada a analizar cómo los cambios sociales y productivos derivados de la pandemia y la transformación digital están perfilando la demanda de aparatos electrónicos y las baterías, así como su correlación con las tasas de recogida y reciclado de los residuos generados. La segunda parte hace referencia al peso de este sector en la economía española en 2021; un análisis reforzado, esta edición, con los factores explicativos del gasto en aparatos y de la tasa de reciclaje.

Las secciones tercera y cuarta profundizan en las tendencias sectoriales con especial foco en dos segmentos estrechamente vinculados con la transición verde: el auge de la micromovilidad eléctrica en los entornos urbanos y las nuevas perspectivas de crecimiento fotovoltaico. Por último, el quinto bloque analiza las oportunidades que para esta industria representan la implementación de los fondos Next Generation y las inversiones del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

En definitiva, un análisis que nos enorgullece enormemente poner en sus manos por refrendar el fortalecimiento de un sector de gran impacto en la economía verde, así como la eficacia de un modelo de gestión que demuestra un alto valor para transitar hacia un esquema productivo circular y sostenible, urgente e imprescindible para afrontar el escenario geopolítico actual y blindar nuestros desarrollo y bienestar futuros.

La radiografía del sector



José Pérez García
*Consejero Delegado
de RECYCLIA*

Un año más, tengo el placer de dirigirme a usted para presentarle nuestro estudio sobre tendencias en la industria del reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y pilas en España. Asumimos esta responsabilidad hace ya tres años y en esta tercera edición, como ha sido habitual en las dos anteriores, volvemos a radiografiar el sector desvelando sus grandes magnitudes, su impacto en la economía de nuestro país y los grandes vectores que definirán su futuro.

El sector, una vez superadas las distorsiones que supuso la situación sanitaria que vivimos en 2020, ha vuelto a retomar su senda de crecimiento y de manera pujante. Ello demuestra lo acertado del modelo de sistemas colectivos de gestión por su capacidad de absorber y gestionar, me atrevería a decir que, de manera impecable, unos flujos crecientes de residuos. Pero más allá de las cifras que lo demuestran, y que le invito a conocer en estas páginas, también cabe resaltar su capacidad de adaptación y su flexibilidad para asumir los retos que plantea un entorno cambiante como el actual y no exento de incertidumbres, sobre el que me gustaría hacer una breve reflexión.

El conflicto bélico en Ucrania, además de sus dramáticas consecuencias humanas, ha hecho estallar de la noche a la mañana el equilibrio energético y de recursos naturales mundial, y de manera muy especial en Europa. Este hecho ha impuesto la necesidad de acelerar el desarrollo de fuentes de energía alternativas y limpias, como la eólica o la fotovoltaica, y de la micromovilidad urbana o de vehículos eléctricos, hecho del que todos nosotros somos conscientes simplemente con salir a la calle.

Esto supone para nuestro sector un tremendo reto, ya que exige perfeccionar el tratamiento de toda una nueva tipología de residuos y el desarrollo de nuevas tecnologías capaces de incrementar las ratios de recuperación de materiales y componentes para su reintroducción en el ciclo productivo, además de para reducir la dependencia europea de materias primas provenientes de países terceros, más aún ahora, con un escenario geopolítico internacional realmente tensionado. En definitiva, retos que también son oportunidades y que invito a todos los actores que conformamos este sector a asumir con la misma diligencia y capacidad que hemos demostrado hasta ahora.

Sin más, sólo deseo que estas páginas le resulten interesantes y amenas y que cumplan la misión que cada año nos proponemos con ellas de dibujar nuestro sector de manera clara y precisa. Espero que lo hayamos vuelto a conseguir.

Por último, permítanme recordar este año a Emilio Ontiveros que lamentablemente nos abandonó el verano pasado. Sirvan estas líneas para agradecerle su esfuerzo e involucración para ayudarnos a definir este informe que desde su primera edición elaboramos con AFI, consultora de la que era presidente. Sin duda, hemos perdido a uno de los economistas más relevantes de nuestro país, pero también a una excelente persona.

Índice interactivo

Resumen ejecutivo	11
Introducción	16
Cifras clave del reciclaje de RAEE y pilas en España	17
Factores explicativos del gasto en AEE y de la tasa de reciclaje	25
Peso económico del sector del reciclaje de RAEE y pilas en España	27
Auge de la micromovilidad eléctrica y uso de baterías de vehículos ligeros	30
Nuevas perspectivas para el sector fotovoltaico y el reciclaje de paneles solares	38
Oportunidades derivadas de la implementación de los fondos europeos Next Generation	44
Conclusiones	50
Referencias bibliográficas	52
Anexo I – Nota metodológica	53

Índice de tablas, figuras y gráficos

TABLAS

Tabla 1 - Unidades de AEE puestos en el mercado en España, 2021	17
Tabla 2 - Toneladas de AEE puestos en el mercado en España, 2021 (kilotoneladas)	18
Tabla 3 - Pilas y acumuladores portátiles puestos en el mercado en España, 2021	22
Tabla 4 - Pilas, acumuladores y baterías de automoción puestos en el mercado en España, 2021	22
Tabla 5 - Pilas, acumuladores y baterías industriales puestos en el mercado en España, 2021	23
Tabla 6 - Desglose de la contribución a las arcas públicas de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas	29
Tabla 7 - Medidas destacadas del Plan de apoyo a la implementación de la normativa de residuos y al fomento de la economía circular	47
Tabla 8 - Actuaciones financiadas para impulsar la economía circular en la empresa, dentro del PERTE en EC	48
Tabla 9 - Actuaciones financiadas para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables, dentro del PERTE en EC	49

FIGURAS

Figura 1 - Desagregación del peso económico de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto, 2021	28
Figura 2 - Contribución económica total de la actividad de las principales empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas en España, 2021	29
Figura 3 – Tipologías de vehículos eléctricos de micromovilidad eléctrica	31
Figura 4 - Baterías de vehículos de movilidad eléctrica gestionados por Ecopilas, distribución por subsectores, kilos y porcentaje, y variación interanual, 2020	36

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolución de kt de AEE puestos en el mercado en España (2016 – 2021) y objetivos de recogida de RAEE (2019 – 2021)	19
Gráfico 2 - Comparativa europea de recogida de RAEE en 2019, porcentaje sobre AEE puestos en el mercado durante los 3 años anteriores (promedio 2016-2018)	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 – 2021	24
Gráfico 5 – Evolución de toneladas de residuos de PYA recogidas en España, 2010 – 2019	24
Gráfico 6 – Evolución de las ventas de bicicletas eléctricas, unidades vendidas y cuota de mercado, 2014 – 2021	32
Gráfico 7 – Evolución de la potencia fotovoltaica en España, en MW, 2006 – 2022	38
Gráfico 8 – Evolución de la potencia anual instalada de autoconsumo fotovoltaico en España, MW, 2014 – 2021	41
Gráfico 9 – Recogida de los módulos fotovoltaicos en España, en kilos, 2018 – 2022	43

Resumen ejecutivo

El "III Informe anual Recyclia sobre tendencias en la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España" mantiene como objetivo el análisis del desempeño reciente del sector y su dimensión económica, así como la identificación de algunas tendencias destacadas, y de vectores de oportunidad para impulsar su crecimiento y reforzar su capacidad competitiva en el actual contexto económico.

Cifras clave del sector

- ▶ Los cambios sociales y productivos derivados de la pandemia y la transformación digital están perfilando la demanda de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE). Así, la cantidad de AEE puestos en el mercado se sitúa en máximos históricos: 816,9 millones de unidades en 2021, un 9,3% más que un año antes. Este crecimiento vino impulsado por el segmento doméstico, con 656,6 millones de unidades (+12% respecto a 2020), que representan el 80,4% del total (casi cinco puntos más que el año prepandemia, 2019). Por su parte el segmento profesional corrigió ligeramente en unidades (-0,6% interanual), y de forma más notable en términos de volumen (-6,1%).
- ▶ En relación con la recogida de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), en 2019 (último año disponible), se recogieron 371 kilotoneladas en España, lo que supone un incremento interanual del 11,6%. Esta cifra representa el 55% de las toneladas de AEE puestos en el mercado en el promedio del trienio anterior, superando ampliamente el objetivo establecido por la Unión Europea del 45%. España se sitúa por encima de la media de la UE (48,5%) y aventaja a economías como la alemana, la francesa o la italiana.
- ▶ Las pilas, baterías y acumuladores puestos en el mercado también mostraron un destacado dinamismo. En 2021, alcanzaron los 702 millones de

unidades, que equivalen a 16.659 toneladas. Ello representa un incremento del 15,6% en unidades y del 11,3% en peso, respecto a 2020. La evolución ha sido heterogénea en función de la tipología: intensos crecimientos de las unidades de pilas estándar y acumuladores portátiles (+19,8% y +19,0%, respectivamente), frente a la reducción de las pilas de botón (-3,4%). Los últimos datos disponibles de recogida y reciclaje se mantienen elevados: 240,7 kilotoneladas en 2019, el segundo máximo del periodo 2010-2019.

Factores explicativos del gasto en AEE y de la tasa de reciclaje

- ▶ Uno de los elementos que mejor explican el comportamiento del gasto de los hogares en aparatos eléctricos y electrónicos es su nivel de renta. En concreto, se estima que cuando la renta de un hogar medio se incrementa un 1%, su gasto en aparatos eléctricos y electrónicos aumenta un 0,68% (manteniendo constante el nivel de precios de los AEE y el volumen de compraventas de viviendas, que son otras de las variables explicativas del gasto en AEE).
- ▶ Por su parte, dos de las variables que explican la tasa de reciclaje de un país son: la cantidad de residuos que se recogen en el país y el nivel de educación de su población. Así, ante un incremento de un 1% en las toneladas de RAEE recogidas, la tasa de reciclado se incrementaría en 0,29 puntos porcentuales (manteniendo constante el nivel de educación y el tamaño de la población).
- ▶ Respecto a la educación, controlando por el tamaño de la población y por las toneladas de RAEE recuperadas en el país, si se incrementa en 1 punto porcentual la cuota de población con educación superior (en España esta cuota era del 36,5% en 2021), la tasa de reciclaje de RAEE del país aumentaría en 0,63 puntos porcentuales.

Contribución económica 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 en torno a 1.230 millones de euros de valor añadido bruto (VAB) en la economía española en 2021, incluyendo los efectos directo, indirecto e inducido de esta actividad. Los elevados volúmenes de residuos recuperados y tratados ex-

plican el buen desempeño de las principales empresas que operan en este sector del reciclaje en España, cuya contribución directa al VAB se estima en unos 450 millones de euros anuales. Además, el sector genera un importante efecto arrastre sobre otros sectores, medido en un efecto indirecto de 530 millones de euros.

- ▶ En términos de empleo, el sector de reciclaje de RAEE y pilas se estima que ayudó a generar y mantener más de 21.300 puestos de trabajo (equivalentes a tiempo completo) en España el año pasado. El empleo directo en el sector supera los 7.500 empleados.
- ▶ En relación con la recaudación fiscal, cabe destacar que la actividad directa de las principales empresas del sector de reciclaje de RAEE y pilas aporta a las arcas públicas alrededor de 205 millones de euros anuales, incluyendo las cotizaciones sociales.

Auge de la micromovilidad eléctrica y uso de baterías de vehículos ligeros

- ▶ La movilidad en vehículos ligeros eléctricos está transformando la forma de movernos y de relacionarnos en el espacio urbano. Sus mayores ventajas residen en su contribución a la sostenibilidad (cero emisiones) y en su alta permeabilidad social (accesibilidad y asequibilidad). Los patinetes eléctricos, las bicicletas eléctricas urbanas, MTB eléctricas, y los ciclomotores y scooter eléctricas, son las tipologías que han alcanzado mayor difusión y, con ello, tendrán mayor impacto en la gestión de los residuos de baterías a futuro.
- ▶ La vida útil promedio de los vehículos de micromovilidad es reducida, lo que también conduce a un creciente flujo de residuos de baterías. Así, por ejemplo, Ecopilas gestionó en 2020 un 67% más de toneladas de baterías de vehículos de movilidad eléctrica que el año anterior. Algo más de la mitad de ese volumen corresponde a baterías de vehículos de micromovilidad (aunque la categoría que más creció es la de coches eléctricos).
- ▶ La innovación tecnológica para el tratamiento de las baterías usadas representa uno de los grandes desafíos de la industria. En esta línea, Recycليا está participando en proyectos europeos para optimizar la recuperación de componentes de valor de las baterías de vehículo eléctrico y para el reciclaje de las baterías de litio al final de su vida útil.

Nuevas perspectivas del sector fotovoltaico: oportunidades para el reciclaje solar

- ▶ La potencia instalada en España de energía solar fotovoltaica se espera que supere el umbral de los 20 GW este año. Si continúan estos ritmos de crecimiento de las instalaciones fotovoltaicas, en plantas de suelo y autoconsumo, incluso se podría alcanzar antes de 2030 el objetivo marcado por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de 39,7 GW. Contribuirán a ello, la implementación del plan REPowerEU, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles rusos y adelantar la transición verde en Europa, así como la iniciativa Europea de Tejados Solares (dentro de la Estrategia Solar de la UE) y la Hoja de Ruta del Autoconsumo en España, que fija un escenario objetivo de 9 GW de autoconsumo fotovoltaico para 2030.
- ▶ La expansión fotovoltaica de los últimos años ha desbordado las previsiones, y ello implicará cambios la generación de flujos de residuos. A pesar de que los volúmenes de módulos fotovoltaicos disponibles para su tratamiento todavía son limitados, sí se observa una tendencia creciente. Así, las previsiones de Ecoasimelec apuntan a que en el conjunto de 2022 habrá gestionado más toneladas de paneles fotovoltaicos que en los cuatro años precedentes.
- ▶ La progresiva generación de residuos de módulos fotovoltaicos, unido a una mayor especialización geográfica, así como a las exigencias normativas y a los avances tecnológicos para el tratamiento de los módulos, han de favorecer el despliegue de capacidades para reciclar estos equipos. No hay que olvidar que el reciclaje es un medio para recuperar materias primas escasas y de valor (como el silicio), y contribuye a la sostenibilidad de la cadena de valor del sector fotovoltaico, en un contexto de liderazgo sectorial y transición verde de la economía española.

Oportunidades que brindan los fondos europeos Next Generation

- ▶ La canalización de los fondos Next Generation EU, de acuerdo con las inversiones previstas en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, está impulsando la electrificación y el despliegue de las energías renovables, con nuevas plantas fotovoltaicas e instalaciones de autoconsumo, en España. Algunos de los programas de ayudas con estos fondos euro-

peos están siendo muy solicitados por las empresas y consumidores españoles. Es el caso de los programas MOVES, ligados a la movilidad eléctrica, o de los programas de incentivos para autoconsumo y almacenamiento con energías renovables.

- ▶ Los fondos Next Generation también representan una oportunidad para promover la economía circular y apoyar inversiones para mejorar la dotación de infraestructuras y capacidades para el tratamiento de RAEE y baterías usadas. En este sentido, cabe destacar el Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) en Economía Circular, que contempla una línea específica de ayudas para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables, entre los que se incluyen los paneles fotovoltaicos y las baterías procedentes de la movilidad eléctrica.
- ▶ Las empresas y agentes de la cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas también podrán acceder, asimismo, a otra línea de actuación del PERTE en Economía Circular, dotada con 192 millones de euros, para impulsar la economía circular en la empresa. Bajo esta línea, serán susceptibles de apoyo proyectos vinculados con el ecodiseño, la reducción del consumo de materias primas vírgenes, y la mejora de la gestión de residuos.

Introducción

La tercera edición del "Informe anual Recyclia sobre tendencias en la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España" prosigue el análisis iniciado en los dos años previos, en cuanto a la identificación de las principales tendencias y oportunidades de desarrollo del sector. Este trabajo tiene como misión el conocimiento y proyección de la industria, subrayando su valiosa contribución en uno de los principales desafíos que tiene el país: la transición a la economía verde y circular.

En primer lugar, se aborda la evolución reciente de los indicadores clave del sector del reciclaje de RAEE y pilas en España. Desde una perspectiva cuantitativa, se muestran las variaciones de las unidades y volúmenes puestos en el mercado español, junto con las tasas de recogida y reciclado de los residuos generados, así como también se realiza un análisis comparado con otros países europeos.

A continuación, se analiza el peso económico del sector del reciclaje de RAEE y pilas, con una actualización de la estimación de la contribución del sector a la economía española para el año 2021. Además, en esta tercera edición del informe, el análisis económico se refuerza con el abordaje de los factores explicativos del gasto en AEE y de la tasa de reciclaje. De gran interés, dado que la actividad de la industria de reciclaje de RAEE está condicionada por las tendencias de consumo y uso de los aparatos eléctricos y electrónicos.

Seguidamente, en el marco de las tendencias sectoriales, se profundiza en dos segmentos estrechamente vinculados con la transición verde: el auge de la micromovilidad eléctrica en los entornos urbanos y las nuevas perspectivas de crecimiento fotovoltaico. Ambas secciones presentan una estructura similar, primero se describe la evolución actual del mercado, a partir de la cual se apuntan las tendencias esperadas a medio plazo en la generación y gestión de los residuos de baterías y paneles fotovoltaicos.

Finalmente, en la última sección del informe se destacan las oportunidades para la cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas, derivadas de la implementación de los fondos Next Generation y las inversiones del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Estas inversiones contribuirán a acelerar el despliegue de la movilidad eléctrica y de la energía solar fotovoltaica, pero también buscan impulsar la reciclabilidad y la circularidad de baterías y paneles fotovoltaicos, entre otros.

Cifras clave del reciclaje de RAEE y pilas en España

Cifras relativas a RAEE

La evolución de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) puestos en el mercado en 2021 ha estado marcada por el avance de la transformación digital y la inercia de los cambios derivados de la pandemia de la Covid-19. Las transformaciones sociales y productivas asociadas están repercutiendo en las variaciones y tipología de los AEE comercializados.

En términos globales, en el año 2021 se contabilizaron cerca de 816,9 millones de unidades de AEE, lo que supone 69,6 millones más que en 2020, representando un incremento interanual del 9,3%, significativamente superior al registrado un año antes (+1,8%).

Tabla 1 - Unidades de AEE puestos en el mercado en España, 2021

Categoría	Total (Mill. Uds)	Doméstico (Mill. Uds)	Profesional (Mill. Uds)
1 Aparatos de intercambio de temperatura	5,87	5,21	0,66
2 Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas	13,37	12,78	0,59
3 Lámparas	66,47	66,47	0,00
4 Grandes aparatos	56,95	23,87	33,08
5 Pequeños aparatos	390,79	275,87	114,93
6 Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños	276,23	272,37	3,85
7 Paneles fotovoltaicos grandes	7,21	0,00	7,21
Total AEE	816,89	656,57	160,32

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

El teletrabajo y otros ámbitos en los que, a raíz de la pandemia, se ha mantenido una destacada actividad a través del canal online (ocio, educación, compras, etc.), han influido en la mayor comercialización de AEE para uso doméstico: 656,6 millones de unidades en 2021, un 12% más que en 2020. De hecho, la cuota del doméstico alcanzó el 80,4% de las unidades de AEE puestas en el mercado en 2021, casi cinco puntos porcentuales más que prepandemia (75,7%, en 2019). Y ello, a pesar del tensionamiento en las cadenas de suministro de ciertas categorías de aparatos, debido a la escasez de ciertos componentes.

En concreto, por categorías, destacaron los incrementos de los equipos de informática y telecomunicaciones pequeños, así como los pequeños aparatos (+13,5%

y +12,8%, respectivamente). Ambas categorías acapararon el 90,4% del incremento interanual (548,2 millones de unidades, 63,7 millones más que en 2020).

Por su parte, la cifra de AEE destinados a uso profesional se limitó a 160,3 millones de unidades en 2021, que representa un 19,6% de la cuota total (en 2019 era del 24,3%). No obstante, se ha atenuado el descenso interanual (-0,6%, frente al -2,7% de 2020), en paralelo a la vuelta a la normalidad –tras superar las mayores restricciones a la movilidad de la primera fase de la pandemia–. Además, la vuelta a una mayor presencialidad en las plantillas de las empresas (aunque se mantengan muchos puestos híbridos, con trabajo presencial y en remoto) es uno de los elementos que puede favorecer a este segmento profesional de AEE.

Al considerar el volumen, en 2021 se registraron 1.077,8 kilotoneladas de AEE, pero su crecimiento interanual se ralentizó al 3,4% (frente al 16% de 2020), es decir, se introdujeron en el mercado aparatos eléctricos y electrónicos de menor peso medio. La subida interanual del volumen doméstico fue del 8,5%, más modesta que en el caso de las unidades, y en el segmento profesional el volumen retrocedió un 6,1%.

Tabla 2 - Toneladas de AEE puestos en el mercado en España, 2021 (kilotoneladas)

Categoría	Total (Kt)	Doméstico (Kt)	Profesional (Kt)
1 Aparatos de intercambio de temperatura	218,54	184,12	34,41
2 Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas	58,16	53,54	4,62
3 Lámparas	5,00	5,00	0,00
4 Grandes aparatos	429,68	335,39	94,29
5 Pequeños aparatos	160,95	132,28	28,68
6 Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños	30,32	28,76	1,56
7 Paneles fotovoltaicos grandes	175,12	0,00	175,12
Total AEE	1.077,77	739,08	338,68

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

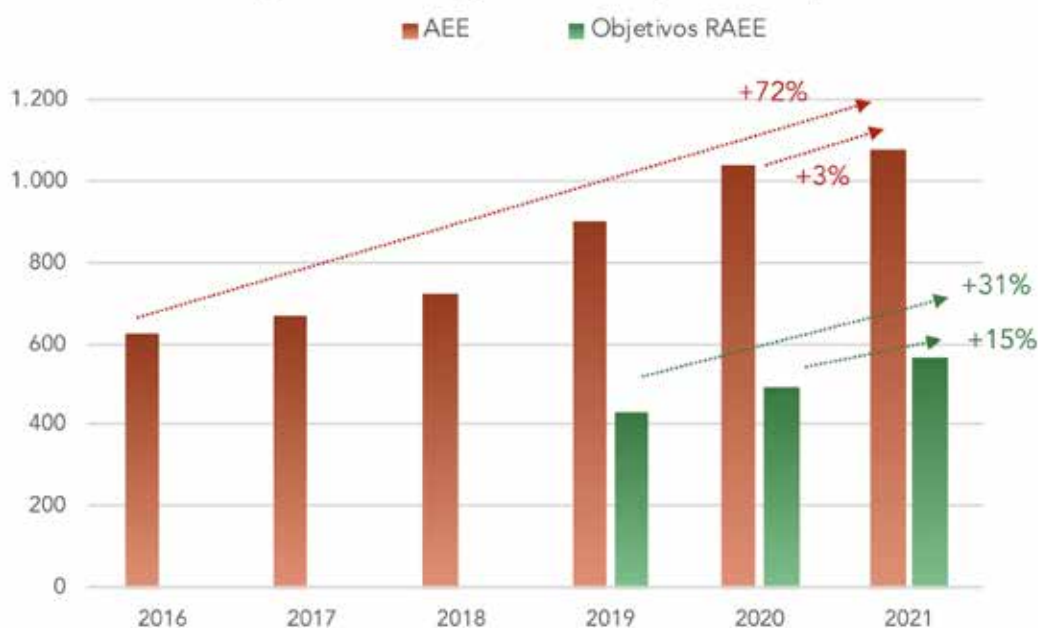
Por otro lado, actualmente (2022), el número de productores inscritos por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para introducir AEE en el mercado español asciende a 3.565, un 18,2% más que los registrados en 2021. El grueso de ellos se localiza en España (85%) y la práctica totalidad (97,8%) están adheridos a un sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP).

La serie analizada muestra un crecimiento continuo del volumen de AEE puestos en el mercado, con un incremento acumulado del 72% entre 2016 y 2021; aunque este ascenso se ralentizó en el último año (+3,4% en 2021, frente al +24,8% en 2019 y +15,6% en 2020). En consonancia, los objetivos de recogida separada de

residuos de AEE (RAEE) han venido aumentando. Para el año 2021¹ el objetivo mínimo estatal se eleva a 562,5 kilotoneladas, un 15% más que en 2020 (+30,6% respecto a 2019).

Gráfico 1 - Evolución de kt de AEE puestos en el mercado en España (2016 - 2021) y objetivos de recogida de RAEE (2019 - 2021)

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



Atendiendo al último año para el que se dispone de datos, 2019, en España se recogieron 371,3 kilotoneladas de RAEE, un 11,6% más que en 2018. Esta cifra representa el 55% de las toneladas de AEE puestos en el mercado en el promedio del trienio anterior (2016-2018), lo que supone un avance de cuatro puntos porcentuales respecto a 2018, superando ampliamente el objetivo establecido por la Unión Europea del 45%, y acorta la distancia respecto a la nueva meta fijada en el 65%, aplicable para los RAEE recogidos desde 2020².

En términos comparados, España se sitúa por encima de la media de la UE (48,5%) y aventaja a las principales economías europeas: Alemania (44%), Francia (45%) e

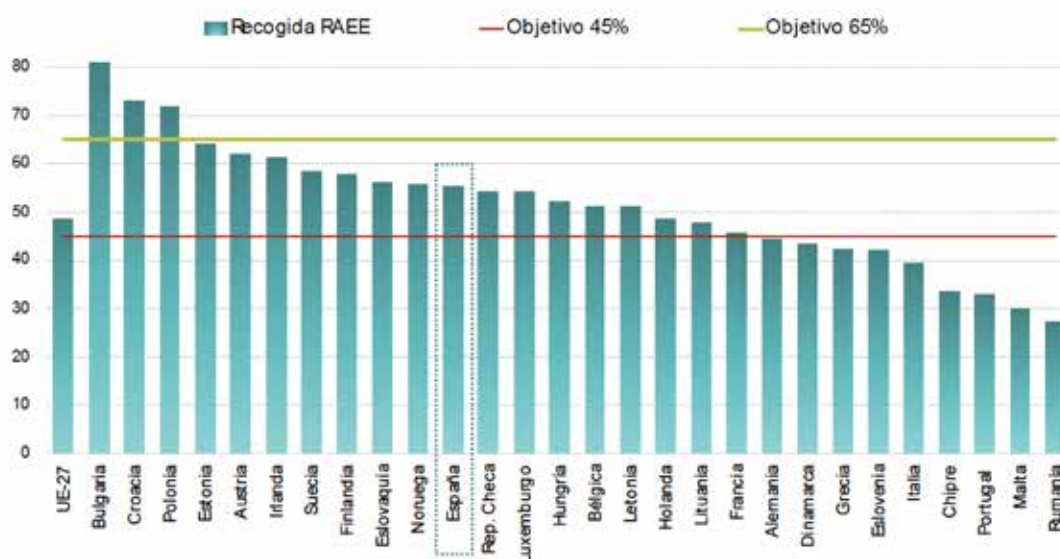
1 Establecido por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en la Resolución de la dirección general de calidad y evaluación ambiental por la que se publican los objetivos mínimos estatales y autonómicos de recogida separada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) para el año 2021.

2 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 de referencia 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 el año de referencia 2016 y ha aumentado hasta al 65% a partir del año de referencia 2019 en adelante.

Italia (39%).

Gráfico 2 - Comparativa europea de recogida de RAEE en 2019, porcentaje sobre AEE puestos en el mercado durante los 3 años anteriores (promedio 2016-2018)

Fuente: Afi; Eurostat.



En cuanto al volumen de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos por habitante, la ratio española sigue situándose por debajo de la media europea. El promedio de referencia para el año 2019 (el trienio 2016-2018)³ fue de 7,9 kilos por habitante en España, es decir, 2,1 menos que la media de la UE. Sin embargo, dicho promedio supone un notable ascenso, teniendo en cuenta que una década antes se situaba en tan sólo 2,7 kilos. El ranking europeo de recogida por habitante está encabezado por Noruega y Suecia (19,5 y 15,1 kg, respectivamente). Entre las principales economías, España únicamente supera a Italia (7,7 kg), existiendo todavía diferencias significativas con Francia y Alemania (12,6 y 11,4 kg, respectivamente).

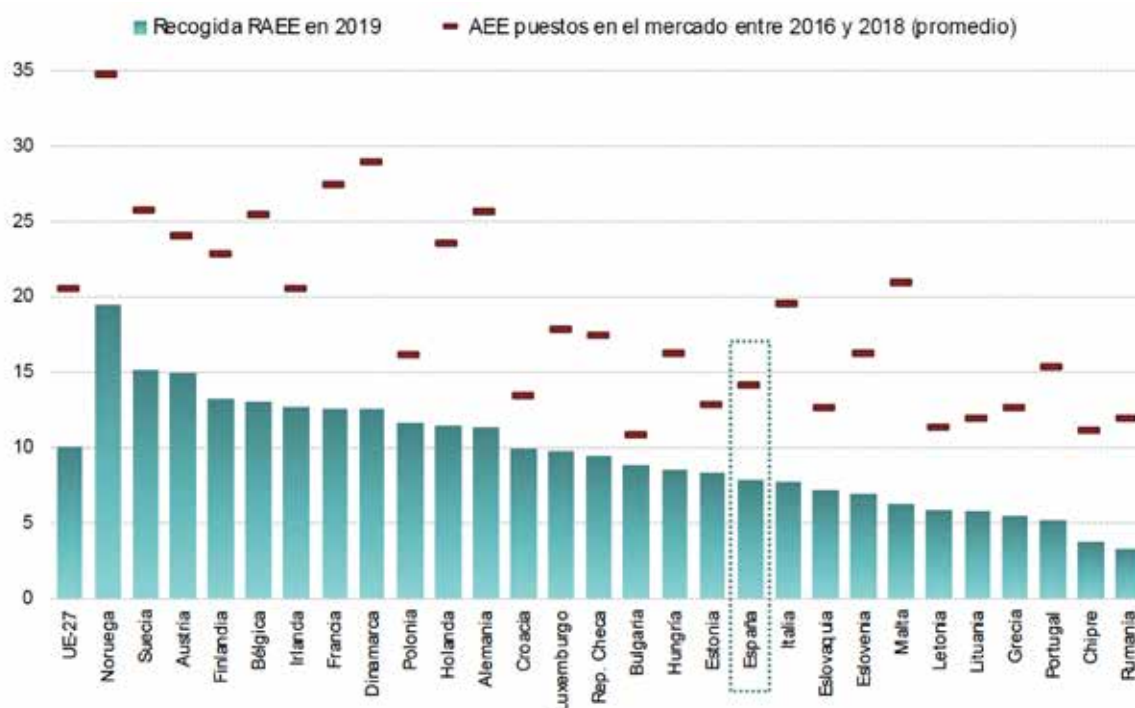
Por su parte, los AEE puestos en el mercado durante el periodo 2016-2018 supo-

³ Para el año de referencia 2019, debido a la transición de la metodología, los países han calculado la tasa de recogida en función del peso promedio de AEE colocados en el mercado en los tres años anteriores, mediante un estimación de las cantidades puestas en el mercado en los años 2016 a 2018.

nen, en media, 20,7 kilos por habitante en la UE, es decir, 6,4 más que en España. Este nivel de comercialización es sensiblemente inferior al de otras principales economías europeas: Alemania (25,7), Francia (27,5) e Italia (19,7).

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

España cuenta con 1.855 productores de pilas, baterías y acumuladores, según datos del registro del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para 2022. La mayoría de los cuales se localizan en nuestro país (82,5%), y están adheridos a un sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP), 92,3%.

En 2021, se introdujeron en el mercado 702 millones de unidades de pilas y acumuladores portátiles, que suman un total de 16.658,9 toneladas. En relación al año anterior, se ha incrementado en un 15,6% el número de unidades y un 11,3% el peso, situándose en máximos históricos.

La mayor parte de las unidades puestas en el mercado en 2021 se corresponden con pilas estándar, 73,9% (518,9 millones), y el resto se reparte entre un 14,9% de

pilas de botón (104,8 millones) y un 11,2% de acumuladores portátiles (78,5 millones). La evolución interanual ha sido desigual: los fuertes crecimientos de pilas estándar y acumuladores portátiles (+19,8% y +19,0%, respectivamente), contrasta con el declive de las pilas de botón (-3,4%). De hecho, la importancia relativa de esta última categoría ha retrocedido en 2,9 puntos porcentuales, mientras que en las pilas estándar ha aumentado en 2,6 puntos, y un 0,3 en el caso de los acumuladores.

Tabla 3 - Pilas y acumuladores portátiles puestos en el mercado en España, 2021

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

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Peso (t)
Pilas botón	104,75	251,01
Pilas estándar	518,85	11.026,18
Acumuladores portátiles	78,45	5.381,71
Total, pilas y acumuladores portátiles	702,04	16.658,91

Respecto al mercado de baterías de automoción, en 2021 se introdujeron en España 7,9 millones de unidades, que equivalen a 135.276,6 toneladas. Estas cifras suponen una mejora respecto a 2020 (+9,7% de las unidades y +8,2% del volumen de peso), que reflejan una recuperación de la actividad una vez superados los meses más críticos de la pandemia de la Covid-19.

Tabla 4 - Pilas, acumuladores y baterías de automoción puestos en el mercado en España, 2021

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Peso (t)
Pilas, acumuladores y baterías de automoción	7,90	135.276,66

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

Las pilas, acumuladores y baterías de tipo industrial también experimentaron un notable crecimiento en 2021. Se introdujeron 4,1 millones de unidades, 7,9% más que un año antes, repuntando respecto a la contracción de la demanda sufrida

en 2020 (-31%). En términos de volumen, las 53.416,4 toneladas contabilizadas supusieron un aumento interanual aún más acusado, +23,1%, lo que indica una comercialización de unidades industriales de mayor peso (12,9 kilos de media en 2021, por 11,3 en 2020).

Respecto a las tipologías, la categoría de baterías sin cadmio y sin plomo concentró los mayores incrementos, +33,1% de unidades y +57,4% de toneladas, lo que eleva su participación al 38,1% de unidades y 37,7% de toneladas (7,2 y 8,2 puntos más, respectivamente, que en 2020). No obstante, las baterías con plomo siguen representando la principal categoría, 58,3% de unidades y 61,1% de toneladas, aunque su crecimiento fue más contenido (+4,5% y +8,7%, respectivamente). En último lugar, la categoría de baterías con cadmio tan sólo representa un 3,6% de unidades y un 1,2% de toneladas, y mostró un comportamiento desigual (retrocedió un 56,4% en términos de unidades, pero en peso aumentó un 17,3%).

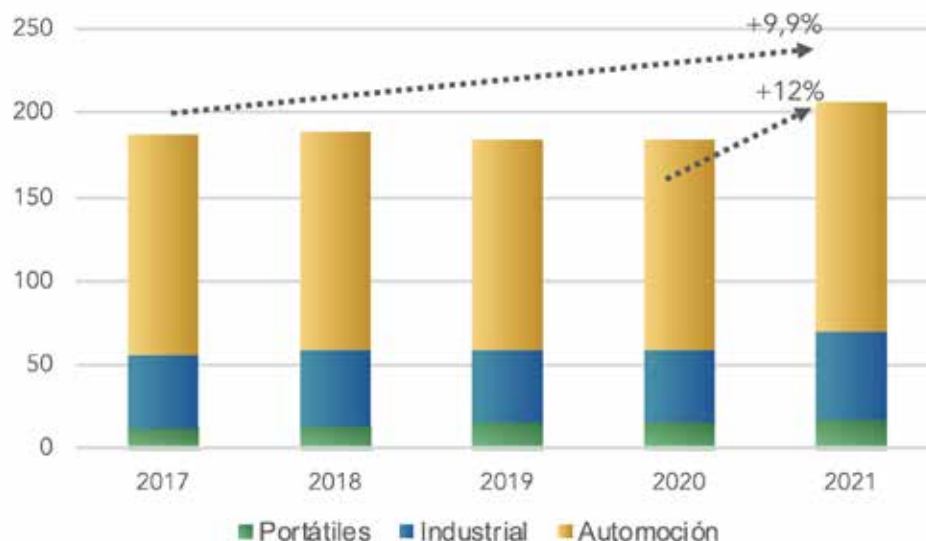
Tabla 5 - Pilas, acumuladores y baterías industriales puestos en el mercado en España, 2021

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Peso (t)
Pilas, acumuladores y baterías industriales con cadmio	0,15	637,19
Pilas, acumuladores y baterías industriales con plomo	2,41	32.644,32
Pilas, acumuladores y baterías industriales sin cadmio y sin plomo	1,58	20.134,87
Total, pilas, acumuladores y baterías industriales	4,14	53.416,37

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

En la evolución agregada (pilas, baterías y acumuladores) de cantidades puestas en el mercado, destaca el incremento interanual registrado en 2021, +12%, que contrasta con el estancamiento de años precedentes. Para toda la serie considerada, 2017-2021, el crecimiento fue del 9,9%, impulsado por las tipologías portátil (+34%) e industrial (+24,3%), frente al menor dinamismo de automoción (+2,9%). Así, el protagonismo del segmento de automoción, que supone el 65,8% del total del volumen contabilizado en 2021, es 4,5 puntos porcentuales inferior al año 2017.

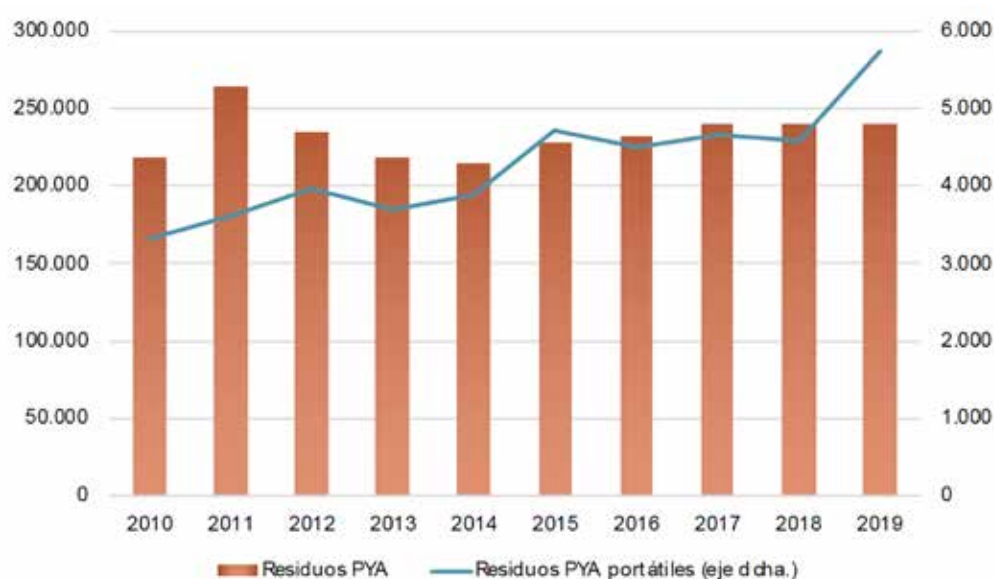
Gráfico 4 - Evolución de kt de PYA puestas en el mercado en España, 2017 - 2021



Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

Asimismo, los datos de recogida y reciclaje se mantienen elevados. Tomando como referencia la Estadísticas del INE sobre recogida y tratamiento de residuos de pilas y acumuladores, en 2019 (último año disponible) se recuperaron 240,7 kilotoneladas. Esta cifra se sitúa en línea con los dos años anterior y representa el segundo máximo de la serie representada (2010-2019).

Gráfico 5 - Evolución de toneladas de residuos de PYA recogidas en España, 2010 - 2019



Fuente: Afi; Eurostat, INE.

Factores explicativos del gasto en AEE y de la tasa de reciclaje

La actividad de la industria de reciclaje de RAEE está en buena medida condicionada por las tendencias de consumo y uso de los aparatos eléctricos y electrónicos. A pesar de que su vida útil diferirá en función de la tipología de aparatos, e incluso de las características específicas dentro de una misma tipología, lo cierto es que la demanda actual de dichos apartados determina los flujos futuros de residuos de los mismos, que han de ser tratados o reciclados. En este sentido, cabe preguntarse cuáles son los principales determinantes de la demanda, en términos del gasto que realizan los hogares españoles en la adquisición de aparatos eléctricos y electrónicos.

La literatura académica sugiere que el consumo de AEE depende de variables como la renta disponible (ingresos de hogares), los precios, y otras variables asociadas al uso de los aparatos. Así, se ha construido un modelo econométrico (véase Anexo I – Nota metodológica) para determinar en qué medida la renta de los hogares, el nivel de precios de los AEE y la compraventa de viviendas (como variable ligada a la adquisición de AEE para dotar de los enseres necesarios a las viviendas que cambian de propiedad), influyen en el gasto de los hogares en aparatos eléctricos y electrónicos.

Los resultados obtenidos apuntan a que, controlando por el nivel de precios de los AEE y por el volumen de compraventas de viviendas, si la renta de un hogar medio se incrementa un 1%, el gasto por hogar en aparatos eléctricos y electrónicos aumenta un 0,68%.

Asimismo, se observa que, controlando por la renta neta media de los hogares y el volumen de transacciones de compraventa de viviendas, ante un aumento de un 1% del índice de precios (IPC) relativo a los AEE, el gasto por hogar en AEE aumentaría un 0,72%. Ello sugiere que incrementos en los precios repercutirán un mayor gasto, aunque este tipo de gasto no sería tan sensible a variaciones de precios (el gasto aumenta en menor intensidad), debido a que depende de otras variables, como la renta disponible.

Por su parte, el dinamismo del mercado inmobiliario, en parte⁴, puede repercutir una mayor demanda de AEE. Así, manteniendo sin cambios la renta de los hogares y los niveles de precios de los AEE, ante un incremento de 1% en la compraventa de viviendas, el gasto por hogar en AEE aumenta un 0,26%.

⁴ No todo cambio de vivienda lleva aparejado una renovación de la dotación de aparatos eléctricos y electrónicos.

Por otro lado, resulta oportuno conocer qué factores influyen o explican la tasa de reciclaje de RAEE de un país. Para ello, a partir de la revisión de la literatura académica, se ha modelizado el comportamiento de esta variable, teniendo en cuenta el tamaño del país en términos de población, las cantidades de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidas, y el nivel de estudios de la población (véase Anexo I – Nota metodológica).

Los resultados alcanzados, a partir de los datos de las citadas variables para veintiséis países europeos, sugieren que el nivel educativo de la población incide en el avance hacia mayores tasas de reciclaje. Así, controlando por el tamaño de la población y por las toneladas de RAEE recuperadas en el país, si se incrementa en 1 punto porcentual (p.p.) la cuota de población con educación superior, la tasa de reciclaje de RAEE del país aumentaría en 0,63 p.p. A este respecto, cabe indicar que en España la tasa de población con educación superior se ha venido ampliando hasta alcanzar el 36,5% en 2021, situándose por encima de la media de la UE (29,5%), según datos de Eurostat.

Asimismo, para explicar la tasa de reciclado, el modelo determina como significativo el volumen de RAEE recuperados. En este sentido, controlando por el resto de las variables incorporadas al modelo (nivel de educación y tamaño de la población), ante un incremento de un 1% en las toneladas recogidas de RAEE, la tasa de reciclaje se incrementaría en 0,29 puntos porcentuales.

En línea con lo anterior, la economía española ha de seguir avanzando en la senda de una adecuada y creciente gestión y reciclaje de los residuos generados, en este caso, de RAEE, pero también de pilas y otros. Un avance que exige esfuerzo a todos los agentes socioeconómicos, desde los consumidores y usuarios (en el ejercicio de la cultura del reciclaje), pasando por los fabricantes y las entidades encargadas de la gestión de los residuos, abarcando al conjunto de la industria de reciclaje, y también a las Administraciones públicas (tanto por su condición de propietarias de muchas de las instalaciones para la recogida y tratamiento de los residuos, como por su labor de canalización de apoyo financiero para acometer nuevas inversiones en infraestructuras, formación y otras).

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

Se estima que la actividad ligada al reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de pilas, contribuyó a generar en torno a 1.230 millones de euros de valor añadido bruto (VAB)⁵ en la economía española en 2021. Esta cifra incluye la contribución directa de las empresas de este sector de reciclaje, así como el efecto indirecto derivado de las actividades que suministran bienes o servicios intermedios a la industria de reciclaje de RAEE y pilas (por ejemplo, bienes de equipo, suministro eléctrico, servicios financieros y seguros, etc.), y también el efecto inducido, resultante del giro de las rentas (fundamentalmente salarios y excedentes empresariales) generadas por los efectos directo e indirecto en el conjunto de la economía (véase metodología de cálculo en Anexo I – Nota metodológica).

Las principales empresas que operan en este sector en España registraron, en general, un comportamiento positivo en 2021, fruto de los elevados volúmenes de residuos recuperados y tratados. En particular, la contribución directa de dichas empresas se estima en unos 450 millones de euros anuales. Además, su actividad ejerce un efecto arrastre o indirecto en otros sectores, cuantificado en torno a los 530 millones. Y el efecto inducido generado se sitúa alrededor de los 250 millones.

La importancia económica del sector de reciclaje de RAEE y pilas se puede medir, igualmente, en términos de empleo. Así, se estima que ayuda a generar y mantener más de 21.300 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo en España (datos para 2021), considerando los efectos directo, indirecto e inducido. En concreto, los empleos generados en la propia industria de reciclaje rondan los 4.300, pero, a su vez, esta industria da soporte a la creación de empleo en otras actividades suministradoras, estimándose este último en unos 9.465 puestos de trabajo.

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.

Figura 1 - Desagregación del peso económico de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto, 2021



Nota: datos correspondientes a 2021, o estimados a partir de datos de 2020.

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

Adicionalmente, la actividad directa de las principales empresas del sector de reciclaje de RAEE y pilas aporta a las arcas públicas en torno a 205 millones de euros anuales, incluyendo las cotizaciones sociales. Precisamente estas últimas son las que suponen una mayor contribución al erario, que rondaría los 80 millones de euros. A ello se suman otros 53 millones de aportación en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), y 50 millones de Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF), además de 12 millones del Impuesto de Sociedades.

Tabla 6 - Desglose de la contribución a las arcas públicas de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas

Impuesto	Recaudación (millones EUR)
Cotizaciones Sociales	80
IVA	53
IRPF	50
Impuesto de Sociedades	12
Total	205

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

En definitiva, estamos ante un sector que ha visto como un año después del surgimiento de la pandemia de la Covid-19, los flujos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como también de pilas y baterías, que han de ser tratados, se han incrementado. Como consecuencia, se ha ampliado la contribución económica de este sector, tanto en términos de VAB como de empleo, además de la correspondiente recaudación fiscal.

Figura 2 - Contribución económica total de la actividad de las principales empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas en España, 2021



(*) 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.

Nota: datos correspondientes a 2021, o estimados a partir de 2020.

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

Auge de la micromovilidad eléctrica y uso de baterías de vehículos ligeros

La movilidad en vehículos ligeros eléctricos es un fenómeno reciente y en plena expansión, que está transformando la forma de movernos y de relacionarnos, sobre todo, en el espacio urbano. Sus principales ventajas radican tanto en su contribución a la sostenibilidad (cero emisiones), como su alta permeabilidad social (accesibilidad y asequibilidad). Además, al abrigo del despliegue de la micromovilidad se está desarrollando un ecosistema con nutrida presencia de startups tecnológicas.

Los patinetes eléctricos, las bicicletas eléctricas urbanas, MTB eléctricas, y los ciclomotores y scooter eléctricos, son las tipologías que han alcanzado mayor difusión (en número de usuarios y protagonismo en la movilidad de la población) y, por ello, van a tener un mayor impacto en la gestión de los residuos de baterías.

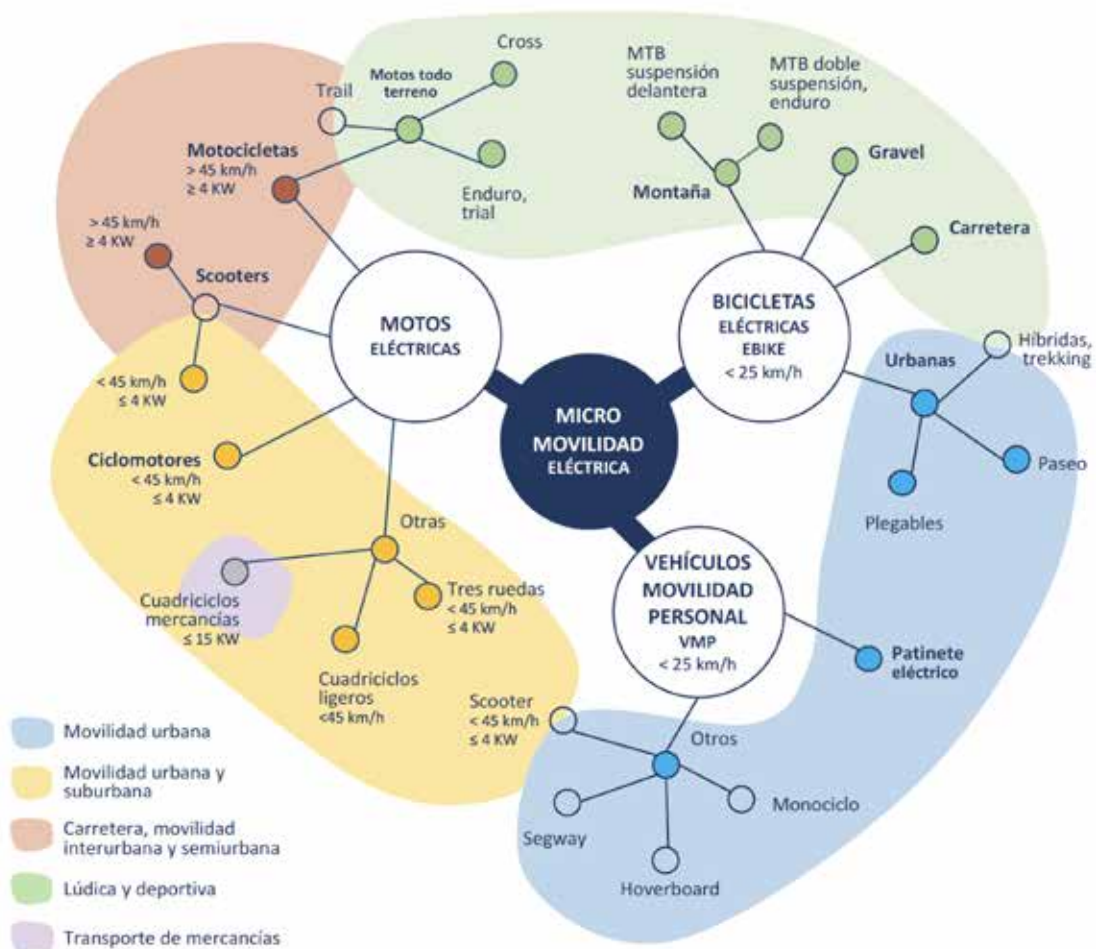
La batería es el elemento esencial del vehículo eléctrico. La autonomía, la entrada de energía al motor, el peso o el diseño del vehículo dependerá de la batería empleada. Las baterías más utilizadas son de ion-litio, por su ligereza, durabilidad e innovación tecnológica⁶.

Expansión de la micromovilidad eléctrica

Los tres principales tipos de vehículos considerados en la micromovilidad eléctrica son las bicicletas eléctricas o e-bikes, los vehículos de movilidad personal (VMP) y las motos eléctricas. Pero dentro de estas categorías existe un amplio catálogo de subtipos, en un mercado en constante ebullición por las nuevas demandas e intereses de las marcas comerciales. Dicha diversidad se muestra en la Figura 3, donde además de la división tripartita, los vehículos se clasifican según su función: atendiendo a las escalas de movilidad (desde desplazamientos urbanos de corta distancia a los viajes en carretera) o uso lúdico-deportivo. Otros aspectos contemplados son: la velocidad, distinguiendo tres rangos (menor de 25 km/h en el caso de bicicletas y patinetes eléctricos, menos de 45 km/h para los ciclomotores y la mayoría de scooter, y más de 45 km/h para las motocicletas); y la potencia en vatios equivalente a las cilindradas de las motos.

⁶ Incorporan tecnologías que minimizan el “efecto memoria” (por las cargas incompletas) o elevan la eficiencia (en términos de densidad de energía por centímetro cúbico).

Figura 3 - Tipologías de vehículos eléctricos de micromovilidad eléctrica



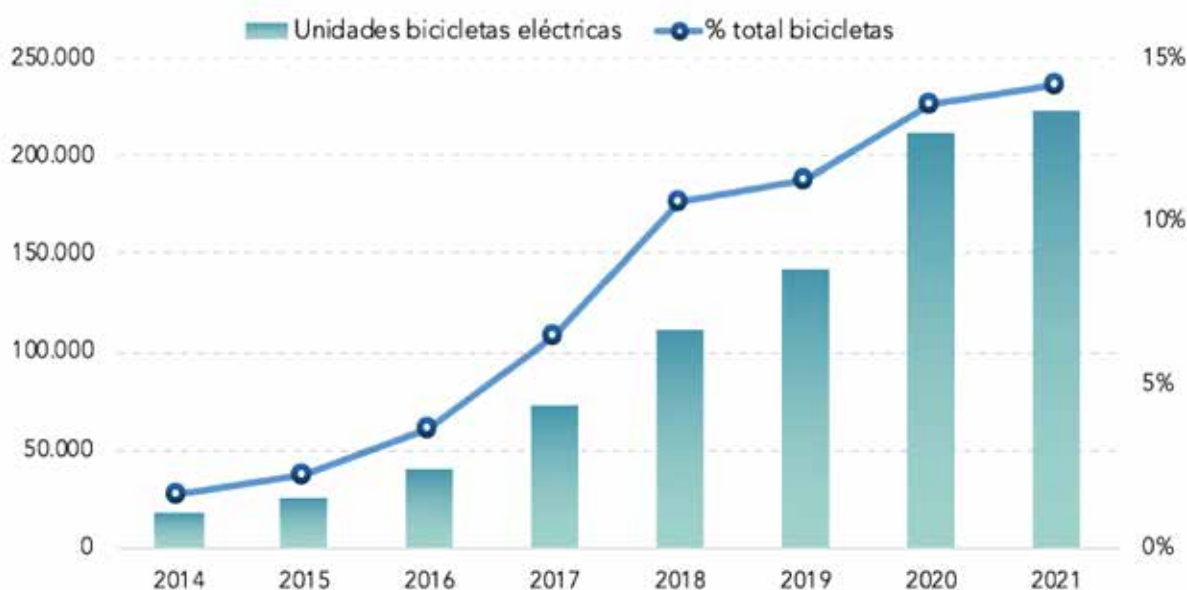
Fuente: Afi

La variedad de bicicletas eléctricas presentes en el mercado reproduce la intensidad del proceso de electrificación de la industria de la bicicleta en los últimos años. La lista es amplia, pero todavía inconclusa porque paulatinamente salen al mercado nuevos modelos. Las bicicletas de montaña o mountain bikes (MTB) fueron las primeras en electrificar, con el objeto de ampliar la difusión de su uso (en términos de edad y condición física). Este salto llegó también otras prácticas ciclistas, como la bicicleta de carretera y más recientemente las gravel⁷. Pero la revolución de la movilidad del sector ha venido con la electrificación de las bicicletas urbanas en sus múltiples categorías.

⁷ Con geometrías y características intermedias entre las MTB y las bicicletas de carretera, idóneas para circular por caminos de tierra o grava.

La pandemia de la Covid-19 ha disparado el número de usuarios de bicicletas, y de manera particular de las eléctricas. Según datos de la Asociación de Marcas y Bicicletas de España (AMBE), en 2021 se contabilizaron 223.561 unidades de bicicletas eléctricas introducidas en el mercado español, lo que supone un aumento del 56,6% respecto a las vendidas en 2019, más del doble que las ventas totales de bicicletas (+24,6%). La electrificación ha revolucionado el sector de las bicicletas: la cuota de las eléctricas ya supone un 14,2% del total en 2021; mientras que en 2016 tan sólo representaban un 3,6%. Este ascenso se explica por la conjunción de varios factores: las limitaciones de los transportes colectivos, la búsqueda de seguridad de un transporte individual o la creciente afición a las actividades lúdico-deportivas al aire libre, entre otros.

Gráfico 6 - Evolución de las ventas de bicicletas eléctricas, unidades vendidas y cuota de mercado, 2014 - 2021



Fuente: Afi, AMBE

En un contexto pospandemia se espera que se ralentice el crecimiento y aumente la competencia de otras alternativas de micromovilidad (en la captación de nuevos usuarios, incluyendo el trasvase de ciclistas al patinete eléctrico en el ámbito urbano). No obstante, su polivalencia en la movilidad pendular de las ciudades, su condición de práctica cardiosaludable⁸, el estatus y proyección social

⁸ A diferencia de otros medios pasivos propulsados, como las motos y patinetes eléctricos, la bicicleta eléctrica requiere el pedaleo.

alcanzado, las políticas públicas de movilidad urbana sostenible (con incorporación de carriles bici), auguran una mayor presencia de bicicletas eléctricas.

El proceso ha sido similar en el mundo de la moto, donde además se conjuga un cambio de paradigma ambiental y social hacia la descarbonización o sustitución de los vehículos de combustión fósil por los de cero emisiones. De hecho, las marcas comerciales viven una auténtica carrera para sacar nuevos modelos eléctricos al mercado, que atiendan las diversas tipologías de demanda. Grosso modo, se puede distinguir dos tipos de motos eléctricas, según su autonomía y velocidad: urbanas (generalmente ciclomotores y scooter ligeros) y de carretera. Asimismo, al igual que en el caso de la mountain bike, la electrificación también ha llegado a las motos todo terreno.

La moto eléctrica supuso el 8,2% de las ventas totales de motos en el año 2020, 2,4 puntos más que un año antes, de acuerdo con los datos de la Asociación Nacional de Empresas del Sector de Dos Ruedas (ANESDOR); y su cuota de mercado es netamente superior a la equivalente de los automóviles (los puros eléctricos se limitan al 1%). En total, se contabilizaron 74.705 motos eléctricas en España en 2020 (2,24% del parque móvil de dos ruedas), distribuidas de la siguiente forma: 40.057 motocicletas, 17.440 ciclomotores y 17.208 scooter.

Como vehículo con etiqueta medioambiental cero emisiones, gozan de numerosas ventajas: fiscales (exentas del impuesto de matriculación, bonificaciones en el impuesto de circulación), aparcamientos gratuitos, posibilidad de circular en el bus VAO y con acceso a zonas urbanas de bajas emisiones⁹. Asimismo, las ayudas públicas para la renovación del parque vehículos son un importante aliciente para las próximas compras¹⁰.

A diferencia del coche eléctrico, la moto goza de una recarga rápida y sencilla (se pueden conectar a enchufes convencionales y cuentan con baterías extraíbles) que favorece su capilaridad urbana-territorial. Además, los avances tecnológicos en el desarrollo de baterías más eficientes y una mayor autonomía¹¹, junto con la apuesta por la sostenibilidad por parte de los fabricantes, dibujan un escenario de crecimiento para la moto eléctrica.

9 A partir de 2025, todos los municipios con más de 50.000 habitantes tendrán que disponer de zonas de bajas emisiones (ZBE), donde los vehículos de cero emisiones podrán circular cuando se superen ciertos umbrales de contaminación (no permitiéndose la circulación de los vehículos más contaminantes).

10 El programa de ayudas a la compra de un vehículo eléctrico (Programa Moves III) incluye una ayuda de hasta 1.300 euros para las motos L3e, L4e, L5e si se achatarra otro vehículo con más de 7 años de antigüedad o 1.100 euros si no se achatarra. Uno de los requisitos es que el precio de compra sin impuestos no supere los 10.000 euros.

11 La existencia de competiciones deportivas como el Mundial de Moto-E contribuye a acelerar las innovaciones tecnológicas.

Pero sin duda, el fenómeno con mayor impacto en la movilidad urbana ha sido la irrupción del patinete eléctrico. Está catalogado, desde 2020, como Vehículo de Movilidad Personal (VMP), de una o más ruedas, una única plaza y propulsado exclusivamente por motores eléctricos (baterías de hasta 100 VCC y con un cargador integrado de hasta 240 VCA de entrada) y que no puede superar los 25 km/h. El patinete eléctrico es el VMP más popular, pero existen otras modalidades más minoritarias y enfocadas a experiencias de ocio: segway (vehículo de transporte giroscópico), hoverboard (tabla con dos ruedas autoequilibrada) y monociclo (rueda con plataformas laterales donde se colocan los pies).

La comercialización de patinetes eléctricos se vio notablemente impulsada por la pandemia. Un estudio impulsado por la Red de Ciudades por la Bicicleta (RCxB, 2021) cifra en 370.000 los nuevos usuarios durante la pandemia, hasta superar el millón de usuarios de patinete eléctrico en el año 2020.

La Federación Española de Vehículos de Movilidad Personal (FEVMP) eleva la cifra de circulación actual a 3,5 millones de VMP, de los cuáles un 75% corresponde a patinetes eléctricos. Una amplia oferta, que incluye opciones más económicas, además de las dimensiones reducidas de un patinete eléctrico (idóneas para las viviendas urbanas y oficinas) y su fácil portabilidad (p. ej., con posibilidad de acceso a medios de transporte público, para facilitar desplazamientos "puerta a puerta"), favorecen su expansión dentro del ámbito de la micromovilidad¹². No obstante, también cabe señalar que estos VMP han de adaptarse a nuevas exigencias, tanto de las Administraciones locales como de la DGT, que en su nuevo manual de características técnicas de los VMP obligará, a partir de 2024, a que todos los VMP que se comercialicen dispongan de certificados para su uso, y fija nuevas exigencias técnicas (incluyendo las características de las baterías) y de circulación (la edad mínima para conducirlos serán los 16 años).

¹² Según la plataforma Accesorios Patinete Eléctrico, en 2021, 4 de cada 5 compras de vehículos ligeros eléctricos correspondían a patinetes.

Implicaciones en la gestión de residuos de baterías eléctricas

Las tendencias descritas anteriormente, junto con la prioridad estratégica de la economía española vinculada con el despliegue de la movilidad eléctrica, dibujan un escenario de rápido incremento de los residuos de los vehículos eléctricos, lo que suponen un reto ambiental y para la industria de reciclaje.

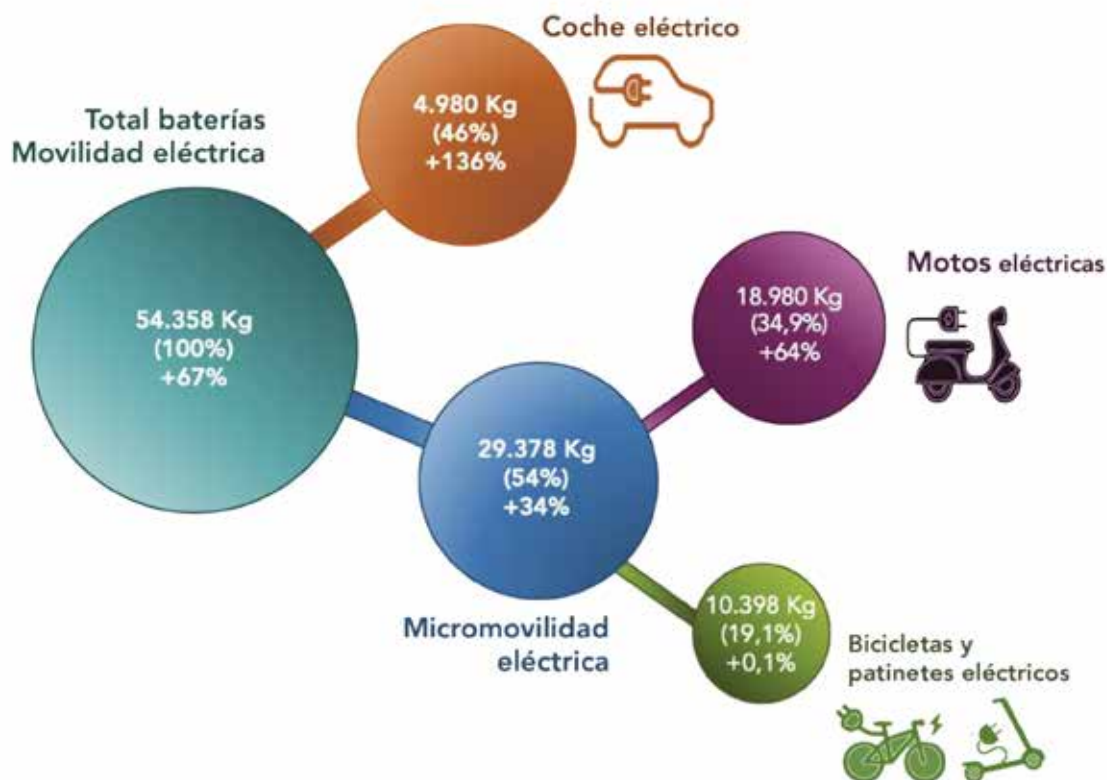
Hay que tener en cuenta que la vida útil promedio de los vehículos de micromovilidad es reducida, particularmente de los patinetes eléctricos más económicos. Al respecto, en base a los datos manejados por la plataforma Recicla tus pilas Andalucía, las baterías de las bicicletas eléctricas y VMP en general se desechan en un tiempo corto (duración media entre 3 y 4 años), pasando así a ser residuos que requieren un manejo complejo para evitar que contaminen¹³.

A modo de ejemplo, para mostrar la evolución y peso de la micromovilidad en los residuos de baterías, se han analizado los datos de Ecopilas¹⁴ (véase Figura 4). Atendiendo a las cifras de 2020, Ecopilas recibió 54,3 toneladas de baterías de vehículos de movilidad eléctrica, un 67% más que en 2019. El 54% de este volumen corresponde a baterías de vehículos de micromovilidad, aunque la categoría que más creció se corresponde con los coches eléctricos (+136%, por un 34% en micromovilidad). La aportación de las bicicletas y patinetes eléctricos es minoritaria y aún no traduce el avance en la comercialización de estos vehículos: suponen una quinta parte de los residuos de baterías. Las motos eléctricas tienen un papel más relevante, con más de un tercio de los residuos y un incremento interanual del 64%.

13 El proceso de reciclado de una batería de ion-litio, que contiene metales pesados y sustancias químicas, es complejo y costoso, pero permite recuperar metales valiosos (como cobalto y cobre).

14 La Fundación Ecopilas, administrada por Recycليا, es referente en España en la gestión de residuos de baterías. Este ente colectivo reúne a los principales fabricantes de vehículos de movilidad personal, responsables de la gestión ambiental de las baterías al final de su vida útil. Para ello, cuenta con un dispositivo específico para facilitar la recogida y reutilización de estos residuos.

Figura 4 - Baterías de vehículos de movilidad eléctrica gestionados por Ecopilas, distribución por subsectores, kilos y porcentaje, y variación interanual, 2020



Fuente: Afi, Ecopilas

La innovación tecnológica para el reciclaje de las baterías de vehículo eléctrico se presenta como un desafío de la industria, dada la alta dependencia de Europa de mercados exteriores para la obtención de materias primas críticas. Así, bajo la denominación de minería urbana, se prevé el reciclado de ciertos materiales como un recurso. En esta línea, Recyc lia participa en dos proyectos europeos destacados. Uno de ellos, BATRAW, tiene por objeto el desarrollo y optimización de procesos de desmantelamiento y recuperación de componentes de valor en baterías de vehículo eléctrico. El otro, FREE4LIB, se centra en el desarrollo de nuevos procesos sostenibles y eficientes para reciclar las baterías de litio al final de su vida útil, aportando soluciones de reciclaje innovadoras para conseguir una recuperación de materiales eficiente, que mejore el suministro de recursos secundarios en la Unión Europea.

Por otro lado, la Comisión Europea está interesada en predecir los flujos de resi-

duos que va a generar la revolución de la movilidad urbana. Los resultados de un informe publicado por el Join Research Center (Huisman, J., Bobba, S., 2021) abogan por la conveniencia de identificar una categoría adicional de baterías para los vehículos de transporte ligeros (VTL) relativos a la micromovilidad eléctrica, que impulse su recogida y reciclado. Otras medidas de actuación recomendadas son la creación de un canal de devolución específico que implique al sector comercial (tiendas de deportes y distribuidores de bicicletas y patinetes), la propuesta de un cambio en el método de recogida basado en la disponibilidad (que tenga en cuenta la previsión de los futuros volúmenes de residuos y el ciclo de vida creciente de las baterías)¹⁵, y el reacondicionamiento para dar una nueva vida útil a las baterías de VTL.

15 La metodología “Disponible para la recogida” (AFC por sus siglas en inglés) se plantea como alternativa a la actual, que establece objetivos de tasa de recogida en función de las cantidades puestas en el mercado tomando como referencia el peso total de las baterías portátiles comercializadas en los últimos tres años. Se trataría de evitar los actuales desequilibrios entre los volúmenes de baterías que se comercializan y los de las baterías de desecho disponibles. La metodología AFC es más eficaz y acorde con la evolución real de los volúmenes de baterías desechadas y permite anticiparse a objetivos de recogida (en 2025, en lugar de 2030).

Nuevas perspectivas para el sector fotovoltaico y el reciclaje de paneles solares

Las turbulencias del mercado energético derivadas del contexto geopolítico, junto a la aceleración de las políticas de transición energética, hacen que las previsiones de crecimiento de la energía solar se hayan quedado cortas. Según datos de Red Eléctrica de España (REE), la potencia instalada en España de energía solar fotovoltaica alcanzó los 16,1 GW en 2022, que supone triplicar la cifra de 2018 (5,7 GW). Este dato no incluye la potencia instalada procedente del autoconsumo, cuya capacidad para el año 2021 se ha estimado por la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) en 2,7 GW; y si se cumplen las expectativas de crecimiento podría sumar 2 GW más en 2022, por lo que el global de potencia instalada superará el umbral de los 20 GW.

Gráfico 7 - Evolución de la potencia fotovoltaica en España, en MW, 2006 - 2022



Nota: previsión de la cifra de autoconsumo para 2022, en base a los cálculos de UNEF en el Informe Anual 2022.

Fuente: Afi; Red Eléctrica de España (REE) y Unión Española Fotovoltaica (UNEF)

En 2021, España ocupaba el séptimo lugar en el ranking mundial de crecimiento interanual de potencia instalada, 4,7 GW, entre plantas en suelo y autoconsumo. Es el segundo país europeo que más creció, únicamente por detrás de Alema-

nia (5,5 GW). En capacidad acumulada es el noveno país, con 18,9 GW (suelo y autoconsumo), y el tercero europeo, por detrás de Alemania e Italia (59 y 23 GW, respectivamente).

Si continúan estos ritmos de crecimiento en la instalación fotovoltaica en plantas de suelo y autoconsumo, es factible que se alcance antes de tiempo el objetivo más ambicioso de 39,7 GW planteado para el 2030 por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).

La coyuntura geopolítica dibuja un escenario de precios energéticos altos, que estimulan nuevas inversiones en el sector fotovoltaico. La prolongación de la guerra en Ucrania puede conllevar un desacoplamiento gasístico permanente con Rusia. Es decir, aumenta la necesidad de los socios de la Unión Europea de recurrir a fuentes de suministro internas más fiables, donde la energía solar de nuestro país puede ser una opción cada vez más atractiva. Por todo ello, España tiene una oportunidad histórica de convertirse en un país suministrador de energía eléctrica renovable al mercado europeo.

El refuerzo de las políticas europeas de descarbonización y el fomento de las energías renovables se traducen en un marco sostenido de ayudas a la creación de nuevas instalaciones fotovoltaicas (en suelo y autoconsumo). En esa línea, la Comisión Europea lanzó en marzo de 2022 el plan REPowerEU, que busca reducir rápidamente la dependencia de los combustibles fósiles rusos y adelantar la transición ecológica, para lo cual se estimulará la inversión en energías renovables¹⁶. Además, como parte del plan REPowerEU, la Comisión adoptó en mayo de 2022 la Estrategia Solar de la UE, cuyo objetivo es garantizar que esta energía alcance todo su potencial para ayudar a cumplir las metas climáticas y energéticas del Pacto Verde Europeo¹⁷.

La transición hacia la movilidad eléctrica es otro vector para el desarrollo de la energía solar. Las políticas de ayudas a la compra de vehículos eléctricos, las barreras a la movilidad de combustión fósil en las áreas urbanas, el auge de la micromovilidad eléctrica (analizada en el apartado previo), junto a los cambios disruptivos de la industria de automoción hacia una progresiva electrificación del sector y el desarrollo –y cobertura territorial– de las infraestructuras (sistemas de almacenamiento, puntos de recarga, electrolinerías, etc.), van a multiplicar la demanda eléctrica y por tanto la necesidad de producción renovable.

16 El Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) ocupa un lugar central en la financiación del Plan REPowerEU. Los Estados miembros deberán añadir un capítulo de REPowerEU a sus planes de recuperación y resiliencia para canalizar las inversiones hacia las prioridades de REPowerEU.

17 La estrategia pretende poner en funcionamiento más de 320 GW de energía solar fotovoltaica para 2025 y casi 600 GW para 2030.

La actividad industrial en España y en Europa va a estar condicionada por su capacidad de acceso a fuentes energéticas sostenibles. Las políticas de reindustrialización europeas¹⁸ apuestan por reducir la dependencia y vulnerabilidad de los sectores estratégicos. La viabilidad de las actividades electrointensivas¹⁹ requiere un suministro energético constante a precios asumibles. El escenario mundial, marcado por la confrontación de bloques político-económicos, está aumentando la presión sobre los recursos energéticos, junto con los costes y cuellos de botella en las cadenas logísticas de suministro internacional. Estos factores condicionan la demanda energética del sector industrial.

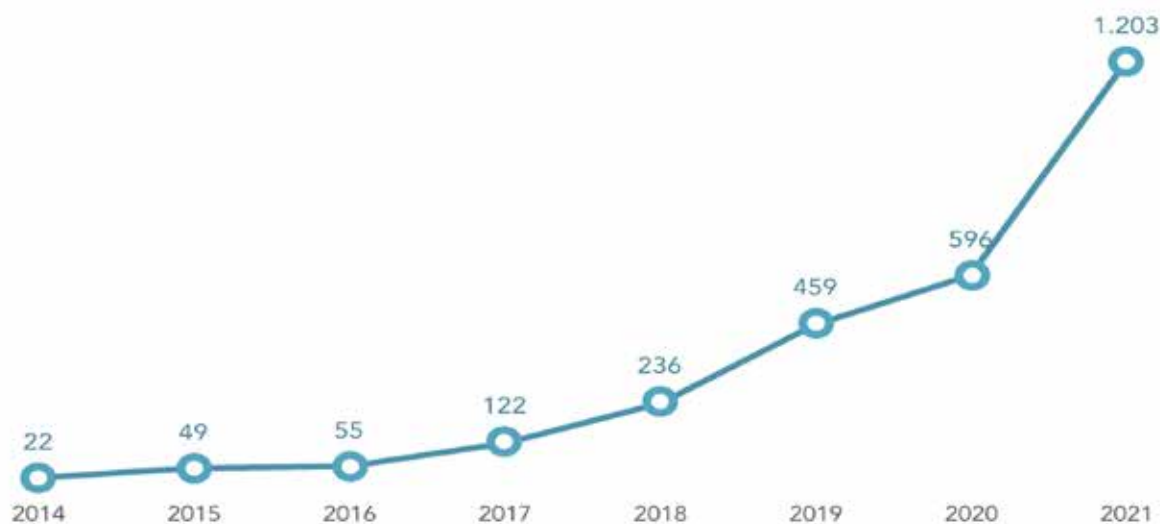
El sector de autoconsumo fotovoltaico vive una auténtica revolución en nuestro país. Los cambios regulatorios²⁰, los estímulos fiscales, las ayudas, el abaratamiento de costes de instalación, la coyuntura alcista de los precios energéticos y la concienciación ambiental de la sociedad favorecen su expansión. La Unión Española Fotovoltaica (UNEF) cifra la capacidad de autoconsumo en 2.742 MW para 2021, 1.203 MW más que en 2020, lo que representa el 26% del total de energía fotovoltaica instalada en ese año. En tan sólo tres años, 2019-2021, ha ganado 2.258 MW, 82,3% del total de su capacidad, acelerándose así el ritmo de crecimiento (los tres años precedentes, 2016-2018, el aumento fue de 413 MW).

18 Véase la Estrategia Industrial Europea (Comisión Europea): <https://eu-industry-days.ec.europa.eu>.

19 Según AECE (Asociación de Empresas con Gran Consumo Eléctrico), engloban los sectores metalúrgico, químico, siderúrgico, y gases industriales, donde el coste energético puede superar el 50% de los costes de producción.

20 Tras la aprobación en 2019 del RD 244/2019 y la implementación de los mecanismos de retribución de excedentes.

Gráfico 8 - Evolución de la potencia anual instalada de autoconsumo fotovoltaico en España, MW, 2014 - 2021



Fuente: Afi; UNEF

Los mayores potenciales para el autoconsumo se encuentran en los ámbitos residencial y turístico. El margen de crecimiento es elevado en las áreas residenciales suburbanas y el ámbito rural (por la tipología constructiva unifamiliar predominante), pero las innovaciones en curso también pueden hacer atractivas las áreas urbanas densamente pobladas²¹. El posicionamiento de España en el denominado Sun Belt europeo, eleva las expectativas de inversión inmobiliaria en nuevas áreas residenciales y complejos turísticos, que atiendan las futuras demandas de los mercados turísticos emisores europeos (jubilados expatriados, población flotante de rentas medias-altas con vivienda secundaria, etc.).

La iniciativa Europea de Techados Solares, dentro de la Estrategia Solar de la UE, puede suponer también un revulsivo para el crecimiento del autoconsumo solar. Esta iniciativa tiene como objetivo acelerar el potencial de los techados o cubiertas para producir energía limpia, e incluye una propuesta para introducir gradualmente la obligación de instalar energía solar en diferentes tipos de edificios durante los próximos años (comenzando con nuevos edificios públicos y comerciales, pero también edificios residenciales).

²¹ Por ejemplo, la innovación de las tejas solares para los centros urbanos y cascos históricos, y los acristalamientos fotovoltaicos en grandes edificios de viviendas, oficinas o equipamientos públicos.

En el marco de las prioridades del PNIEC, a finales de 2021 se aprobó la Hoja de Ruta del Autoconsumo, que contiene 37 medidas de sensibilización, formación a profesionales o divulgación, con la finalidad de alcanzar una mayor difusión en los hogares españoles, junto a otras líneas específicas para potenciar el autoconsumo colectivo (comunidades de vecinos y cambios normativos para agilizar la tramitación de instalaciones), además de actuaciones que contribuyan a la implantación del autoconsumo en sectores como el industrial o de servicios. Para el 2030, la Hoja de Ruta fija un escenario objetivo de 9 GW de autoconsumo fotovoltaico y un objetivo optimista de alta penetración de hasta 14 GW (cinco veces la cifra estimada para 2021), pero factible si continúa la tendencia actual de instalación.

Reciclaje de paneles fotovoltaicos: situación y perspectivas

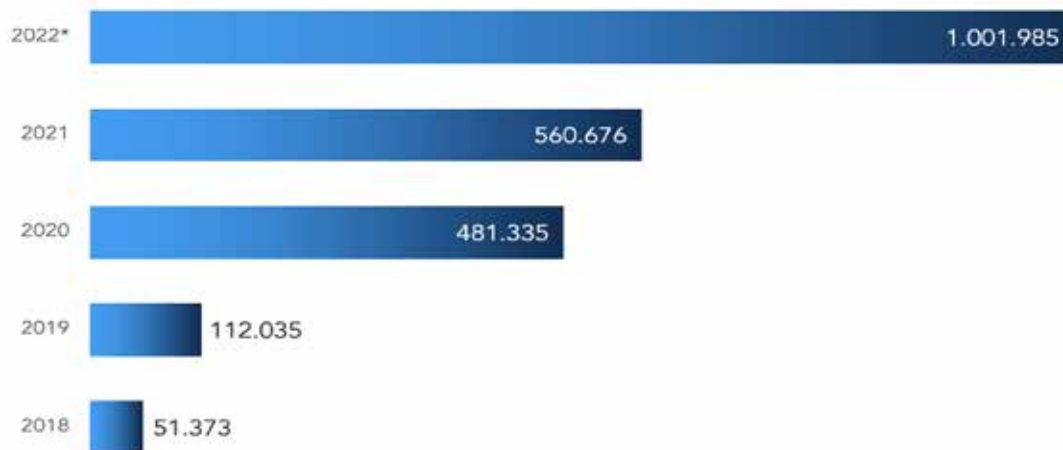
La progresiva generación de residuos de módulos fotovoltaicos en un horizonte expansivo de instalaciones en suelo y de autoconsumo, unido a una mayor concentración y especialización geográfica (con ventajosas economías de escala), así como a las exigencias normativas vigentes, y a las aplicaciones o avances tecnológicos para el tratamiento de los módulos, han de favorecer el despliegue de capacidades para reciclar estos equipos.

El reciclaje es un requisito para que el sector fotovoltaico pueda ser 100% verde y representa un nicho de actividad con grandes potenciales de crecimiento. Es un medio para recuperar materias primas escasas y de valor (silicio y otras), y contribuye a la sostenibilidad de la cadena de valor del sector fotovoltaico, en un contexto de liderazgo sectorial y especialización verde de la economía española.

La expansión fotovoltaica de los últimos años ha desbordado las previsiones, y ello implicará cambios, a medio y largo plazo, en el escenario de generación de flujos de residuos. Aunque, de momento, los volúmenes de módulos fotovoltaicos disponibles para su tratamiento son limitados, sí se observa una tendencia creciente. Así, a título ilustrativo, cabe indicar que, atendiendo a los datos de Ecoasimelec²², entre 2018 y 2022 (hasta septiembre) se recogieron más de 2.200 toneladas. Además, las expectativas apuntan a que se puedan superar las 1.300 toneladas de paneles fotovoltaicos recogidas en el conjunto de 2022, situándose por encima de las recogidas en los cuatro años previos.

22 La fundación Ecoasimelec, administrada por Recyclia, se encarga de la gestión y recogida de RAEE en España, contando con más de 760 empresas adheridas.

Gráfico 9 – Recogida de los módulos fotovoltaicos en España, en kilos, 2018 - 2022



(*) Datos hasta septiembre. Fuente: Afi; Ecoasimelec

Próximamente, la industria tendrá que hacer frente a los residuos de los módulos fotovoltaicos instalados en el pico de 2008. Más a largo plazo, el reto será aún mayor al considerar las cifras récord de módulos fotovoltaicos instalados en los últimos años. Este contexto proporciona una base sólida para el futuro de la actividad de reciclaje en España. No obstante, además del escenario expansivo de flujos de residuos derivados del boom fotovoltaico, existen otros factores que pueden condicionar la evolución del reciclaje de paneles fotovoltaicos. Así, la reposición de los paneles solares en España se ha sustentado en las importaciones a precios reducidos de China. Por ello, el incremento de precios o el rediseño de las cadenas de suministro pueden condicionar las tasas de reposición. Además, los precios se verán presionados al alza por el encarecimiento de las materias primas empleadas, la mayor demanda mundial, y la perspectiva de una apuesta por fabricación Made in Europe (con mayores costes productivos asociados), entre otros. En estas circunstancias, los criterios de falla de un módulo²³ se pueden relajar, lo que incidiría en las previsiones de residuos fotovoltaicos. Asimismo, la carrera tecnológica hacia módulos fotovoltaicos más eficientes y sostenibles redundará en una ampliación de su vida útil (por encima del umbral teórico de los 30 años) y su capacidad de reaprovechamiento o reacondicionamiento.

²³ El referente es el parámetro de Weibull, fijado en una pérdida de potencia máxima superior al 20%.

Oportunidades derivadas de la implementación de los fondos europeos *Next Generation*

La implementación de los fondos Next Generation EU en España²⁴, a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), impulsará el avance hacia la necesaria transición ecológica de nuestra economía. De hecho, cerca de un 40% de los recursos de Plan están destinados a apoyar dicha transición.

En particular, estos fondos europeos permitirán, por una parte, acelerar el despliegue, entre otros, de la movilidad eléctrica y de las energías renovables, impulsando las tendencias comentadas en las dos secciones anteriores de este informe. Y, por otro lado, fomentarán la economía circular, apoyando inversiones para mejorar la dotación de infraestructuras y capacidades para el tratamiento de residuos, incluyendo los RAEE y baterías usadas.

Impulso al despliegue de la movilidad eléctrica y a la instalación de paneles fotovoltaicos

En relación con las inversiones y ayudas para impulsar la movilidad eléctrica, el PRTR posee un componente relativo al "Plan de incentivos a la instalación de puntos de recarga públicos y privados, a la adquisición de vehículos eléctricos y de pila de combustible y líneas de impulso a proyectos singulares y de innovación en electromovilidad, recarga e hidrógeno verde para favorecer la movilidad eléctrica". Este plan incluye distintos programas de incentivos, entre los que cabe destacar los programas MOVES. Así, a través del MOVES III²⁵, con una dotación inicial de 400 millones de euros, gestionados por las comunidades autónomas, se están canalizando ayudas a particulares, empresas y otras organizaciones, para la adquisición de vehículos eléctricos y para la instalación de infraestructuras de recarga de estos vehículos. Desde que, en julio de 2021, las comunidades autó-

24 España podrá recibir más de 160.000 millones de euros de fondos Next Generation EU, incluyendo los 7.700 millones de transferencias adicionales (resultantes de la asignación definitiva) y los 84.000 millones en préstamos que contemplará la Adenda al PRTR. Hasta mediados de septiembre de 2022, se han comprometido algo más de 15.350 millones de euros en inversiones, del total de los 69.528 millones de transferencias iniciales de fondos Next Generation.

25 Da continuidad a las ediciones anteriores de programas de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible MOVES y MOVES II, aunque aumenta la dotación presupuestaria, a la par que modula y establece mayores porcentajes de ayuda.

nomas empezaron a publicar las convocatorias de ayudas de este programa MOVES III, se ha generado una elevada demanda y ya en abril de 2022 el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico anunciaba una ampliación de la dotación, en 125 millones de euros, para algunas comunidades autónomas que habían comprometido todos los fondos iniciales.

Además, para impulsar la electrificación de grandes flotas de vehículos ligeros (de más de 50 vehículos), se configuró el programa MOVES Flotas, del que se publicó una convocatoria de ayudas por 50 millones de euros en enero de 2022. Adicionalmente, se han previsto ayudas para proyectos singulares de innovación, ligados a desarrollos experimentales e industriales en el ámbito de la electromovilidad, en el marco del programa MOVES Proyectos Singulares II. Se han lanzado dos convocatorias de ayudas de este programa: una en septiembre de 2021 dotada con 100 millones de euros, y otra en octubre de 2022, con una dotación de 264 millones.

Todos los programas de ayudas mencionados forman parte de las medidas facilitadoras del Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica ligado al desarrollo del vehículo eléctrico y conectado (PERTE VEC).

Cabe indicar que los PERTE configuran uno de los instrumentos a través del que se articulan las inversiones del PRTR, para alcanzar un impacto económico significativo y que se ejecuten proyectos en todo el territorio nacional. Se trata de una figura novedosa de colaboración público-privada, que busca dar soporte a proyectos con un destacado efecto tractor y que contribuyan al crecimiento económico, la generación de empleo y la mejora de la competitividad, corrigiendo fallos de mercado de infra-inversión. A pesar de contar con un denominador común todos los PERTE aprobados hasta la fecha, en cuanto a su vínculo con sectores o ámbitos estratégicos para la economía española, existen diferencias respecto a la configuración y características de las líneas de apoyo contempladas en cada PERTE.

Respecto a la bondad del Plan de Recuperación y el uso de fondos Next Generation para impulsar la instalación de paneles fotovoltaicos²⁶, destacan las inversiones del PRTR orientadas al "desarrollo de energías renovables innovadoras, integradas en la edificación y en los procesos productivos" y también para el despliegue del almacenamiento energético. En este sentido, se puede hacer alusión al PERTE de energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento (PERTE ERHA), que incorpora, entre otras medidas facilitadoras, los programas de incentivos para autoconsumo y almacenamiento con energías renovables (incluyendo instalaciones fotovoltaicas (y también eólicas) para autoconsumo y

²⁶ La cadena de valor del sector fotovoltaico en España está cubierta en más del 60%, de acuerdo con la Memoria del PERTE ERHA.

la incorporación de almacenamiento a instalaciones de energía renovable), así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial. Estos programas, orientados a empresas del sector servicios y de otros sectores productivos, sí como al sector residencial, a las Administraciones públicas y al tercer sector, fueron lanzados en junio de 2021 y están siendo gestionados por las comunidades autónomas. La dotación inicial para estos programas era de 660 millones de euros²⁷. Sin embargo, debido a la elevada demanda, el MITECO amplió la dotación en 505 millones de euros adicionales, en junio de 2022, a petición de una decena de comunidades autónomas que ya habían comprometido los recursos inicialmente asignados. Además, podrán producirse nuevas ampliaciones, hasta los 1.320 millones de euros de presupuesto total contemplado.

Apoyo a actuaciones de la cadena de valor del reciclaje de RAEE y baterías

Respecto a la otra vertiente de oportunidad derivada de los fondos Next Generation, vinculada con el apoyo a la cadena de valor del reciclaje de RAEE y baterías, destacan las inversiones del PRTR vinculadas con el "Plan de apoyo a la implementación de la normativa de residuos y al fomento de la economía circular". Este Plan proyecta actuaciones para mejorar la recogida separada de residuos, incluyendo inversiones en puntos limpios, así como también para mejorar y ampliar las infraestructuras de clasificación y tratamiento de los residuos, y para construir instalaciones de preparación para la reutilización y el reciclado de residuos sujetos a recogida separada (como es el caso de los RAEE y las baterías). Adicionalmente, el Plan incluye medidas para fomentar la economía circular en el ámbito de la empresa, de las que se podrán beneficiar empresas y entidades de economía social; además de medidas asociadas al desarrollo de instrumentos de digitalización para la gestión medioambiental, cuyos beneficiarios directos incluyen a empresas vinculadas con la generación y gestión de residuos.

²⁷ Si se excluyen las inversiones para incorporar almacenamiento detrás del contador, y aquellas para instalaciones de renovables térmicas en el sector residencial, la dotación inicial era de 450 millones de euros.

Tabla 7 - Medidas destacadas del Plan de apoyo a la implementación de la normativa de residuos y al fomento de la economía circular

Medidas	Inversión estimada	Destinatarios
<i>Construcción de nuevas instalaciones de preparación para la reutilización y el reciclado de otros flujos de residuos recogidos separadamente.</i>	191 M €	<u>Directos:</u> AAPP (CCAA y EELL).
<i>Inversiones relativas a instalaciones de recogida (como puntos limpios), triaje y clasificación y mejora de las plantas de tratamiento mecánico-biológico existentes.</i>	24 M €	<u>Indirectos:</u> prestadores de servicios para las AAPP.
<i>Desarrollo de instrumentos de digitalización para la gestión medioambiental.</i>	100,5 M €	<u>Directos:</u> AAPP (MITECO y CCAA) o empresas privadas ligadas a la generación y gestión de residuos; según el tipo de inversión. <u>Indirectos:</u> empresas / operadores del sector medioambiental.
<i>Fomento de la economía circular en el ámbito de la empresa.</i>	192 M €**	<u>Directos:</u> empresas privadas, entidades de economía social y agrupaciones de las anteriores*.

(*) Destinatarios finales identificados en el calendario de "Convocatorias del Plan de Recuperación 2º Semestre 2022".

(**) De acuerdo con Memoria del PERTE en EC, de 9 de marzo de 2022.

Fuente: Afi, a partir de Gobierno de España.

Concretamente, la medida destinada a fomentar la economía circular en el ámbito de la empresa es una de las líneas de actuación que integran el PERTE en Economía Circular (PERTE en EC). Un proyecto estratégico que además considera a los bienes de equipo para energías renovables (paneles fotovoltaicos y baterías, incluidos) como "sector clave", incluyendo una línea específica de actuaciones para impulsar la circularidad de este sector. A continuación, se describen con algo más de detalle ambas líneas.

La línea de actuación, de carácter transversal, para impulsar la economía circular en la empresa, contempla ayudas de los fondos Next Generation por valor de 192 millones de euros, destinadas a proyectos que permitan actuar en cuatro ámbitos: (i) reducir el consumo de materias primas vírgenes, (ii) apostar por el ecodiseño, (iii) mejorar la gestión de residuos, y (iv) apoyarse en soluciones de digitalización para avanzar en las anteriores actuaciones que contribuyan a impul-

sar los principios de circularidad en las empresas. Por lo tanto, son muy diversas las actuaciones que pueden llevar a cabo las empresas y agentes de la cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas, susceptibles de recibir apoyo (mediante la participación en convocatorias de concurrencia competitiva) en el marco de esta línea del PERTE en Economía Circular.

Tabla 8 - Actuaciones financiadas para impulsar la economía circular en la empresa, dentro del PERTE en EC

Ámbito de actuación	Actuaciones financiadas
Reducción del consumo de materias primas vírgenes	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de subproductos. • Uso de materiales procedentes de residuos. • Remanufactura de productos.
Ecodiseño	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de vida útil o 2ª vida, de producto. • Incremento de la reparabilidad o capacidad de actualización. • Orientación a la reutilización. • Mejora en la reciclabilidad. • Sustitución de sustancias peligrosas. • Orientación hacia modelos de consumo basados en los servicios, gracias a la digitalización.
Gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación para la reutilización. • Desarrollo de sistemas de tratamiento de residuos para su reciclado y uso de material reciclado.
Digitalización	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de sistemas que mejoren la trazabilidad de productos y la gestión de residuos para el control y seguimiento del reciclaje de alta calidad. • Servitización / Nuevos modelos de negocio que favorezcan la eficiencia del uso de los recursos y reduzca la generación de residuos. • Servicios de retorno de productos usados para reutilización o remanufactura. • Servicios de impresión 3D para prevenir la generación de residuos y reproducir piezas de repuestos.

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

Por su parte, la línea de actuaciones para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables cuenta con una dotación prevista de 100 millones de euros (dentro de la dotación de 300 millones que incluye otros sectores estratégicos). En particular, en lo relativo a los paneles fotovoltaicos y las baterías, las ayudas se destinarán a:

Tabla 9 - Actuaciones financiadas para impulsar la circularidad de bienes de equipo para energías renovables, dentro del PERTE en EC

Ámbito de actuación	Actuaciones financiadas
Paneles fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ecodiseño de componentes de toda la cadena de valor fotovoltaica para mejorar la durabilidad, reparabilidad, la capacidad de reutilización y la reciclabilidad. • Implementación de sistemas de reutilización de paneles fotovoltaicos de plantas en suelo al final de su vida útil, para su instalación como autoconsumo. • Incrementar la capacidad de tratamiento y reciclaje de residuos de paneles fotovoltaicos de forma que los tratamientos faciliten la retención de materias primas consideradas estratégicas (silicio y otros materiales valiosos), mediante la implantación de instalaciones de reciclaje de paneles fotovoltaicos.
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de instalaciones de tratamiento de pilas y baterías de litio o ion-litio para la recuperación de materiales y compuestos procedentes de las mismas. • Establecimiento de instalaciones o sistemas para implementar la segunda vida de baterías procedentes de la movilidad eléctrica, para aplicaciones de almacenamiento energético u otras.

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

En definitiva, el Plan de Recuperación contempla la canalización de fondos Next Generation hacia distintos ámbitos para articular la transición ecológica, como son el fomento de la economía circular, la reforma energética, la descarbonización, o la electrificación de la economía. Y es precisamente en este marco donde están surgiendo oportunidades (cabe destacar que este año, pero sobre todo en 2023 ha de implementarse un mayor volumen de fondos) para que los distintos agentes de la cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas acometan inversiones que redunden en una expansión de su actividad y mejora de su capacidad competitiva.

Conclusiones

- ▶ El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), así como de pilas, continúa creciendo con fuerza. El auge del teletrabajo y de otras actividades realizadas en remoto (ocio, educación a distancia, compras, servicios administrativos, etc.) han influido en el impulso de la demanda doméstica en 2021, lo que contrasta con el estancamiento del segmento profesional. Por su parte, en términos de volumen, se introdujeron en el mercado aparatos de menor tamaño medio.
- ▶ En España se recogieron, en 2019 (último año disponible), el 55% de las toneladas de AEE puestos en el mercado en el promedio del trienio anterior, superando ampliamente el objetivo de la UE (45%), y situándose por delante de la media europea (48,5%) y de economías como la alemana (44%), la francesa (45%) y la italiana (39%).
- ▶ El sector del reciclaje de RAEE y pilas en España se estima que generó 1.230 millones de euros de valor añadido bruto (VAB) en 2021. Asimismo, ha contribuido a mantener más de 21.300 puestos de trabajo (equivalentes a jornada completa) en el mercado español. Y la actividad directa de las principales empresas del sector se estima que aportó a las arcas públicas 205 millones de euros.
- ▶ La evidencia empírica muestra que el gasto por hogar en AEE aumenta un 0,68%, al incrementarse 1% la renta del hogar, y controlando por el nivel de precios de los AEE y por el volumen de compraventas de viviendas. Por otro lado, a partir de una muestra de veintiséis países europeos, se ha querido identificar qué factores explican la tasa de reciclaje de RAEE de un país. Los resultados del modelo configurado para esta finalidad muestran la importancia del nivel de educación. Así, controlando por el tamaño de la población del país y por las toneladas de RAEE recuperadas, ante un incremento de un punto porcentual del peso de la población con educación superior, la tasa de reciclaje de RAEE del país aumentaría en 0,63 puntos.
- ▶ La micromovilidad eléctrica tendrá un impacto creciente en la industria de reciclaje de baterías. Los tres principales tipos de vehículos considerados

en la micromovilidad eléctrica son las bicicletas eléctricas, los vehículos de movilidad personal (entre los que destaca la popularidad del patinete eléctrico) y las motos eléctricas. Sus distintos atributos vinculados con la sostenibilidad (cero emisiones), accesibilidad y conveniencia para los usuarios, están apoyando su expansión. En paralelo, los avances tecnológicos en el desarrollo de baterías para la micromovilidad eléctrica más eficientes y con mayor autonomía, así como las estrategias comerciales de las principales marcas del sector, aguaran un escenario expansivo. Como consecuencia, se incrementarán las baterías usadas, lo que suponen un reto ambiental y una oportunidad para la industria de reciclaje.

- ▶ Con la finalidad de favorecer la recogida y reciclado de las baterías utilizadas en el ámbito de la micromovilidad eléctrica, entre otros, cabría crear una categoría adicional para las baterías de los vehículos de transporte ligeros, además de incorporar la metodología de cálculo de los objetivos de recogida basados en la disponibilidad del residuo, y fomentar el reacondicionamiento para dar una segunda vida a las baterías de VTL, en línea con los resultados de un reciente informe publicado por el JRC de la Comisión Europea.
- ▶ Por su parte, la notable expansión fotovoltaica de los últimos años está llamada a intensificarse en el actual contexto de tensión alcista de los precios de la energía. A las políticas de descarbonización y fomento de las energías renovables, se ha unido más recientemente el plan REPowerEU de la Comisión Europea, que busca reducir rápidamente la dependencia de los combustibles fósiles rusos y adelantar la transición verde. No obstante, la progresiva generación de residuos de módulos fotovoltaicos procedentes de instalaciones en suelo y de autoconsumo ha de venir acompañada de un despliegue de capacidades para reciclar estos equipos en España. Ello, de cara a poder recuperar valiosas materias primas (como el silicio) y contribuir a la sostenibilidad de una industria líder como la fotovoltaica.
- ▶ Actualmente, con la canalización de los fondos europeos Next Generation para implementar las inversiones recogidas en el Plan de Recuperación español, se está apostando por la electrificación de la economía, el despliegue de las energías renovables y el fomento de la economía circular, entre otros ámbitos prioritarios. Las actuaciones contempladas en el PERTE en Economía Circular son un ejemplo de las iniciativas que pueden contribuir a reforzar la modernización y competitividad de la cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas en España.

Referencias bibliográficas

- Boubellouta, B. y Kusch-Brandt, S. (2021). "Cross-country evidence on Environmental Kuznets Curve in Waste Electrical and Electronic Equipment for 174 Countries". *Sustainable Production and Consumption* 25 (2021) 136–151.
- Boubellouta, B. y Kusch-Brandt, S. (2022). "Driving factors of e-waste recycling rate in 30 European countries: new evidence using a panel quantile regression of the EKC hypothesis coupled with the STIRPAT model". *Environment, Development and Sustainability* - ISSN 1387-585X. - eISSN 1573-2975.
- ECOPILAS (2021). Memoria Anual 2020.
- Gobierno de España (2021). Memoria del PERTE de Energías Renovables, Hidrógeno Renovable y Almacenamiento. España Transforma.
- Gobierno de España (2022). Memoria del PERTE en Economía Circular. España Transforma.
- Huisman, J. y Bobba, S. (2021). "Available for Collection" study on alternative collection targets for waste portable and light means of transport batteries. Joint Research Center (JRC). Office of the European Union, Luxembourg.
- IEA-PVPS (2022). Status of PV Module Recycling in Selected IEA PVPS Task 12 Countries
- Masson, G. y Kaizuka, I (2022). "Trends in photovoltaic applications". IEA-PVPS.
- MITECO (2021). Hoja de Ruta del Autoconsumo.
- MITECO (2022). 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 2022.
- MITECO (2022). 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.

- Red de Ciudades por la Bicicleta (2021). La bicicleta y el patinete en tiempos de pandemia en las zonas urbanas españolas. Informe de resultados.
- Santos, J.D, Alonso-García, M.C., Vela, N (2019). "Update of the Projection of the Photovoltaic Waste in Spain until 2050". Pro. Of the 36th EU PVSEC, September 2019, Marseille, France, pp 1234-1240. ISBN: 3-936338-60-4, Paper DOI: 10.4229/EUPVSEC20192019-4AV.2.50.
- UNEF (2022). Energía solar, apuesta para la recuperación económica. Informe Anual.
- UNESPA (2021). Los vehículos de dos ruedas por tipo de motor. Datos 2020.

Anexo I – 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).

Modelización econométrica del gasto en aparatos eléctricos y electrónicos en España

Se ha diseñado el siguiente modelo de regresión de panel con efectos fijos, con datos de las comunidades autónomas, y tomando el periodo 2006 – 2020:

$$\log(\text{gastoAEE})_{i,t} = \beta_1 \log(\text{Renta})_{i,t} + \beta_2 \log(\text{IPC_AEE})_{i,t} + \beta_3 \log(\text{Viviendas})_{i,t} + \mu_i$$

Donde,

“gastoAEE”, es el gasto por hogar en aparatos domésticos y en equipos audiovisuales, fotográficos y de procesamiento de información; obtenido de la Encuesta de Presupuestos Familiares (INE).

- “Renta”, es la renta neta media por hogar, obtenida de la Encuesta de Condiciones de Vida (INE).
- “IPC_AEE”, es el Índice de Precios al Consumo para los aparatos domésticos y equipos audiovisuales, fotográficos y de procesamiento de información, publicado por el INE.
- “Viviendas”, es el número de transacciones de compraventa de vivienda, publicado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- “ μ ” es el efecto fijo
- “i”, corresponde a cada comunidad autónoma.
- “t”, corresponde a cada año, del periodo 2006 – 2020.

Los resultados de la estimación se muestran en la siguiente tabla:

Variables explicativas	Coefficiente	Error Estándar	Estadístico t	Pr(> t)
log(Renta)	0,675347	0,117191	5,7628	3,075e-08***
log(IPC_AEE)	0,721342	0,034300	21,0301	<2,2e-16 ***
log(Viviendas)	0,259034	0,030569	8,4736	5,038e-15***

Total Sum of Squares: 7,5728
 Residual Sum of Squares: 1,5255
 R-Squared: 0,7987
Adj. R-Squared: 0,77967
 F-statistic: 265,833 on 3 and 201 DF, p-value: < 2,22e-16

Modelización econométrica de la tasa de reciclaje de RAEE

Se ha diseñado un modelo de regresión de panel con efectos fijos, a partir de los datos de 26 países europeos (incluyendo España), para el periodo 2006 – 2018, publicados por Eurostat:

$$(TR_RAEE)_{i,t} = \beta_1 \log(RR)_{i,t} + \beta_2 (Educ)_{i,t} + \beta_3 \log(Poblac)_{i,t} + \mu_i$$

Donde,

- "TR_RAEE": es la tasa de reciclaje (% de RAEE recogidos que son finalmente reciclados), obtenida multiplicando los dos siguientes índices:
 - ▶ "Índice de recogida": igual al volumen recogido en el año de referencia dividido por la cantidad media de AEE puestos en el mercado en los tres años anteriores.
 - ▶ "Índice de reutilización y reciclado", se calcula dividiendo el peso de los RAEE que entran en la instalación de reciclado/preparación para reutilización entre el peso de todos los RAEE recogidos de forma separada.
- "RR": son las toneladas de RAEE recogidas.

“Educ”: es el nivel educativo de la población, como porcentaje de la población entre 15 y 64 años con estudios superiores (licenciatura / grado universitario, título máster o doctorado).

- “Poblac”: es la población, en número de habitantes.
- “ μ ” es el efecto fijo
- “i”, corresponde a cada país de la muestra (Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía y Suecia).
- “t”, corresponde a cada año, del periodo 2006 – 2018.

En la siguiente tabla, se presentan los resultados de la estimación:

Variables explicativas	Coefficientes	Error Estándar	Estadístico t	Pr(> t)
log(RR)	0,292045	0,019374	15,0742	<2,2e-16***
Educ	0,626599	0,153200	4,0901	6,007e-05***
log(Poblac)	-0,659217	0,174576	-3,7761	0,0002039*

Total Sum of Squares: 1,912
 Residual Sum of Squares: 0,58319
 R-Squared: 0,69498
Adj. R-Squared: 0,65702
 F-statistic: 170,882 on 3 and 225 DF, p-value: < 2,22e-16



C Orense, 62. 28020 MADRID

T 91 417 08 90

F 91 555 03 62

recyclia@recyclia.es



www.recyclia.es