



TENDENCIAS ESPAÑOLAS EN I+D+i DE TECNOLOGÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

(2016-2021)



Plataforma
tecnológica española de
eficiencia energética



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Plataforma
tecnológica española de
eficiencia energética



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

Este documento es el resultado de una de las acciones del proyecto PTR2020-001201, que se ha realizado con la ayuda de la agencia estatal de investigación correspondiente a la convocatoria de correspondiente al año 2020 de plataformas tecnológicas y de innovación, del programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad, en el marco del plan estatal de investigación científica y técnica y de innovación 2017-2020.

El trabajo se ha desarrollado dentro de las actividades de la PTE-ee en el bienio 2021-2022. Se ha contado con la colaboración de la Universidad Politécnica de Madrid, a través la realización de las prácticas curriculares de una de sus alumnas.

AUTORES:

Guillermo José Escobar López,
Coordinador Técnico de la PTE-ee,
Talita Peixoto Sorrentino.

ÍNDICE

1 - Resumen	6
2 - Introducción	
2.1 Objetivo y alcance	7
2.2 Políticas europeas sobre eficiencia energética	7
2.2.1 Normativa europea	7
2.2.2 Objetivos a nivel europeo: Pacto Verde Europeo y Fit for 55	9
2.3 Políticas nacionales sobre eficiencia energética	10
2.3.1 Declaración de Emergencia Climática del Gobierno de España	10
2.3.2 Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030	12
2.4 Programas de ayuda al desarrollo tecnológico	14
2.4.1 Horizonte 2020	14
2.4.2 Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad	15
2.4.3 CDTI	15
3 - Metodología	
3.1 Fuentes de información: método de búsqueda y selección de proyectos	18
3.1.1 Horizonte 2020	18
3.1.2 RETOS	18
3.1.3 CDTI	19
3.2 Métodos de clasificación de proyectos	20
3.2.1 Clasificación propia para los proyectos del programa HORIZONTE 2020	20
3.2.2 Grado de madurez de la tecnología (TRL)	22
3.2.3 Clasificaciones de la Agencia Estatal de Innovación para los proyectos del programa RETOS	23
3.2.4 Clasificación por áreas sectoriales del CDTI	24
3.2.5 Clasificación propia de los proyectos RETOS y CDTI	26
4 - Resultados	
4.1 Horizonte 2020	27
4.1.1 Proyectos seleccionados	27
4.1.2 Clasificación de los proyectos	27
4.1.3 TRL	37
4.1.4 Presupuesto de los proyectos	38
4.1.5 Análisis de los resultados	44

ÍNDICE

4.2 RETOS	46
4.2.1 Proyectos seleccionados	46
4.2.2 Clasificación de los proyectos	47
4.2.3 Presupuestos de los proyectos	51
4.2.4 Análisis de los resultados	53
4.3 CDTI	54
4.3.1 Proyectos seleccionados	54
4.3.2 Clasificación de proyectos	55
4.3.3 Presupuesto de los proyectos	60
4.3.4 Análisis de resultados	64
4.4 Comparación de los programas de ayudas	65
4.4.1 Número de proyectos y presupuesto	65
4.4.2 Sector de aplicación	68
4.4.3 Tecnología principal	70
4.4.4 Tipos de entidades participantes	71
5 - Conclusiones	
5.1 Principales aportaciones del Estudio	74
5.2 Determinaciones generales	74
5.3 Líneas de trabajo futuro y lecciones aprendidas	75
6 - Anexos	
Anexo I: Referencias	77
Anexo II: proyectos CDTI eliminados para la edición 2022	85
Anexo III: Lista de siglas	86
Índice de figuras	87
Índice de ilustraciones	89
Índice de tablas	90

1. RESUMEN

El objetivo de este proyecto es analizar las tendencias en I+D+i de los proyectos de eficiencia energética en los que participan entidades españolas entre los años 2016 y 2021, actualizando el estudio del mismo nombre publicado en octubre de 2020.

La investigación realizada acerca de los proyectos dedicados al desarrollo de la eficiencia energética permite tener una visión global de cómo es la escena investigadora de la eficiencia energética entre las entidades españolas: qué tecnologías se están investigando, desde qué sectores y hacia qué ámbitos se orientan los resultados. Todo ello, en el marco de tres programas diferentes desde el punto de vista de ámbito territorial, de objetivos y de herramientas de ayuda.

Para realizar este Estudio, se han seleccionado 363 proyectos (disponibles en las bases de datos accesibles en www.ptee.org) relacionados con la eficiencia energética y el desarrollo tecnológico de tres programas de ayudas a la investigación: Horizonte 2020, de la Unión Europea, el *Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad* y los proyectos financiados por el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial, del Gobierno de España.

Con el fin de hacer el análisis de los proyectos, se ha creado un Sistema de Clasificación Propio basado en el ámbito y el sector de aplicación de los proyectos, la tecnología principal desarrollada, los objetivos de desarrollo y las actuaciones llevadas a cabo para conseguirlos. Los sistemas de clasificación de proyectos de los tres progra-

mas no son homogéneos puesto que la información pública de ellos es diferente.

Los resultados del análisis muestran diferencias entre los programas, sobre todo, en cuanto al sector de aplicación y los niveles y volúmenes de ayudas. Sin embargo, en cuanto a tecnologías, la mayoría de los proyectos se centran en sistemas de gestión de la energía, en materiales y equipos que reduzcan el consumo, y en sistemas para aprovechar las pérdidas y las energías residuales de proceso.

La información disponible de los proyectos nacionales es escasa, y sólo un tercio de los coordinadores de proyecto contestaron a la solicitud de datos, seguramente por la situación actual derivada de la pandemia de COVID-19, sumada al hecho de la cantidad de veces que se solicita información a los beneficiarios de ayudas, por parte de diferentes agentes. Por su parte, en el ámbito europeo, siendo mucho más abundante, la información está actualizada en la web en algunas ocasiones. Ambas situaciones contribuyen al interés en actualizar regularmente este estudio, tanto para completar los datos, como para expandir el estudio a los años venideros, y disponer así de una visión más amplia de la evolución de las tendencias.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Objetivo y alcance

La PTE-ee tiene entre sus objetivos difundir el desarrollo tecnológico y facilitar el desarrollo de nuevos proyectos sobre la base de los avances anteriores. Con esa intención, en este documento, se pretende dar a conocer cuáles son las tendencias recientes y cuáles han sido los sectores de actividad hacia los que se han dirigido los esfuerzos de investigación e innovación de las entidades españolas.

La eficiencia energética es un elemento clave en la Transición Energética, al igual que las energías renovables. La eficiencia es la mejor forma de control del consumo de energía y recursos en una sociedad en expansión que cada vez va a demandar más. Su importancia queda reflejada en las siguientes menciones:

- Directiva 2018/2002: *La eficiencia energética debe reconocerse como un elemento esencial y una consideración prioritaria en las futuras decisiones de inversión en infraestructuras energéticas de la Unión [...] Ha de tenerse en cuenta el principio de «primero, la eficiencia energética» a la hora de fijar nuevas normas para la oferta y en otros ámbitos de actuación*¹.
- Artículo 3: Principio de primero la eficiencia energética, de la propuesta de revisión de la directiva de eficiencia energética, publicada el 14 de julio de 2021, y que es parte del paquete europeo Green Deal.

Para marcar el camino a seguir para realizar esta Transición, existen varias estrategias a nivel europeo, como el Pacto Verde Europeo, y a nivel nacional, como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. En todos ellos, se coincide en la importancia de incentivar los proyectos de I+D+i para poder adaptar nuestro modo de vida a los nuevos retos que trae consigo el modelo de sociedad sostenible que se quiere alcanzar, por lo que se crearon Programas de subvención de proyectos I+D+i enfocados a mejorar el nivel científico de los estados miembros y/o la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

Por ello, en este Estudio se investigan las tendencias en I+D+i de los proyectos relacionados con eficiencia energética que están siendo realizadas por entidades españolas. Se analizarán las tecnologías desarrolladas, el grado de desarrollo realizado y de qué manera, y qué sectores se verán más afectados por los avances obtenidos, así como

el presupuesto dedicado a los distintos proyectos. Para acotar el Estudio, se limitan los proyectos seleccionados a los iniciados entre 2016 y 2019. Como fuentes de proyectos, se usan el *Programa Marco Horizonte 2020* (H2020) de la Unión Europea (pero sólo aquellos proyectos que cuenten con socios españoles), el *Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad* (RETOS), y los proyectos financiados por el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

2.2 Políticas europeas sobre eficiencia energética

2.2.1 Normativa europea

A nivel europeo, existe una serie de directivas centradas en la eficiencia energética. Estas se remontan a 1993 con la **Directiva 93/76/CEE** del Consejo, por la que se exige a los estados miembros programas de rendimiento energético en el sector de la edificación.

En 2002, se establece la **Directiva 2002/91/CE**, que tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética de los edificios. Para hacerlo, establece una serie de requisitos para crear metodología común a la hora de mejorar la eficiencia energética de los edificios: un marco general para calcular la eficiencia energética y unos requisitos mínimos para nuevos edificios, y para edificios que vayan a ser reformados, lo que se conoce como “Rehabilitación energética”. Se tienen en cuenta factores como la climatología y las condiciones locales, los requisitos ambientales del interior del edificio y la relación coste-eficacia.

A fin de recoger estas características y facilitar su implementación, se propone la creación de los Certificados de eficiencia energética. Esto es, cito textualmente, *un certificado reconocido por el Estado miembro, o por una persona jurídica designada por él, que incluye la eficiencia energética de un edificio calculada con arreglo a una metodología basada en el marco general*.

La Directiva 2002/91/CE marcó la hoja de ruta, y la **Directiva 2010/31/CE** empezó a cumplir los objetivos propuestos: Esta directiva establece los requisitos mínimos de eficiencia energética en edificios nuevos, edificios ya construidos e instalaciones técnicas, y expone la metodología adoptada para calcular el nivel de eficiencia energética de

¹- Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. **DIRECTIVA (UE) 2018/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO** de 11 de diciembre de 2018, *Diario Oficial de la UE* (21/12/2018), L 328/210-230.

infraestructuras. En este último, también se incluye el cálculo del nivel óptimo de rentabilidad alcanzable aplicando los requisitos mínimos de eficiencia energética, ya que no se exige a los países cumplirlos si no resulta viable económicamente hacerlo.

Otras importantes aportaciones de esta Directiva son el establecimiento de directrices para que cada país cree sus Certificados de Eficiencia Energética, y la definición de Edificio de Consumo de Energía casi Nulo (nZEB en inglés): *edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno.*

Esta Directiva obliga a que, a partir del 31 de diciembre de 2020, todos los nuevos edificios de propiedad pública cumplan esta definición, y a que, a partir del 31 de diciembre de 2020, la cumplan todos los edificios nuevos.

Para la consecución de estos objetivos, la Directiva incluye medidas para estimular las reformas energéticas, como la obligación de realizar una Certificación Energética de los edificios existentes, y ayudas financieras y administrativas.

En 2010, se haría oficial el Programa **Europa 2020**. Este programa consiste en una estrategia de desarrollo para los países de la Unión, de forma que su crecimiento sea inteligente (incentivando el I+D+i), sostenible e integrador. Dentro de los objetivos de crecimiento sostenible, se encuentra la meta de aumentar un 20% la eficiencia energética de la UE. En consecuencia, se promulgó la **Directiva 2012/27/CE** relativa a la eficiencia energética, que establece un marco común para asegurar el cumplimiento de este objetivo, definiendo objetivos nacionales para cada Estado miembro, cuya consecución será controlada mediante la presentación de Planes Nacionales de Acción de Eficiencia Energética cada 3 años. En este documento, se deben indicar las medidas aplicadas y los ahorros conseguidos.

La Directiva contempla la mejorar de la eficiencia energética tanto en el uso de la energía como en su transporte y distribución. En cuanto al uso de energía, examina medidas y requisitos mínimos en la renovación de edificios, remarca la función ejemplarizante de los edificios de los organismos públicos, establece sistemas de obligaciones de eficiencia energética y hace mención especial a los contadores y a la transmisión de información a los consumidores.

En cuanto a la distribución de energía, se busca promover la eficiencia en la calefacción y la refrigeración, y en la transformación, transporte y distribución de la energía.

Para apoyar esta estrategia, la Directiva establece una serie de medidas horizontales: campañas de Información y formación, servicios energéticos, y la creación del Fondo Nacional de Eficiencia Energética como plataforma de financiación y apoyo técnico. El objetivo es eliminar barreras en el mercado energético hacia la eficiencia energética, a la vez que se integran las RES en los nuevos sistemas de generación distribuida. Con esto, se espera conseguir una reducción de entre 85-95% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2050.

Sin embargo, tanto la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética como la 2010/31/UE se verían modificadas y actualizadas en la **Directiva 2018/844** y en la **Directiva 2018/2002**.

La Directiva 2018/844 surge de la necesidad de actualizar las directivas anteriores en relación con los avances técnicos y tecnológicos llevados a cabo en los últimos años, en particular en los sistemas SMART en edificios, que no habían sido contemplados en aquel entonces. Así mismo, el *Acuerdo de París* de 2015 hizo que se marcaran nuevos objetivos en cuanto a la reducción de las emisiones del sector de la edificación, poniendo como meta lograr la descarbonización del portfolio de edificios para 2050.

Para lograrlo, la Directiva 2018/844 establece líneas para el acceso igualitario a financiación dedicada a la renovación de edificios, y en particular para la implementación de edificios inteligentes, ya que se hace hincapié en que las renovaciones no sean sólo de la envolvente, sino también de los sistemas técnicos del edificio y elementos pasivos que ayuden a reducir el consumo de los diferentes equipos.

Otro motivo de estas modificaciones es evitar las inspecciones ineficaces que se habían hecho hasta ahora, dadas sobre todo en lo respectivo a sistemas de calefacción y refrigeración, para lo que se establece un nuevo baremo de la calidad de la rehabilitación energética, pasando a medirse por el ahorro energético obtenido. Además, se determinó que las mejoras en la eficiencia energética se deben aplicar no sólo en la envolvente del edificio, sino en todos los elementos y sistemas técnicos que, de alguna manera, puedan contribuir a reducir el consumo energético de la infraestructura, como los sistemas de iluminación, de climatización o elementos de bioclimatismo.

Por último, esta Directiva incorpora por primera vez objetivos de electrificación del parque de vehículos de las ciudades.

Por su parte, la Directiva 2018/2002 se centra en la modificación de la Directiva 2012/27/UE para adaptarla a los nuevos objetivos de eficiencia energética para 2030, marcados en la resolución *Hacia una Unión Europea de la Ener-*

gía del 15 de diciembre de 2015: en lugar del 27% propuesto en 2014, se planea alcanzar el 40% o mínimo un 32,5%. A raíz de esta modificación, se añade la obligación para los Estados Miembros de conseguir un ahorro en la venta anual de energía a clientes finales en volumen del 1,5% mínimo hasta 2020, y un ahorro del consumo final del 0,8% anual desde 2021 hasta 2030.

Como parte de esta obligación, los países miembros deben incluir el cálculo de este ahorro energético en sus Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima. Así mismo, estos Estados podrán seguir un sistema de obligaciones que debe ser cumplido por otras las empresas y partes implicadas en el sector de la energía.

Finalmente, está previsto que en 2022 se reforme la Directiva 2018/2002, sobre la base de la propuesta publicada por la Comisión Europea el 14 de julio de 2021.

2.2.2 Objetivos a nivel europeo: Pacto Verde Europeo y Fit for 55

Una de las iniciativas más recientes, presentada a finales de 2019, es el Pacto Verde Europeo. Al contrario que las directivas, el Pacto Verde Europeo es una hoja de ruta para convertir su economía y sociedad en una más sostenible y eficiente, en consonancia con el medio ambiente. Se basa en una serie de políticas e iniciativas destinadas a alcanzar una Europa climáticamente neutra, para de proteger la biodiversidad y el medio ambiente a la vez que se mejora la calidad de vida de la población.

El Pacto Verde Europeo trata diversos temas, pero, en lo

tocante a consumo de energía y eficiencia energética, destacan los siguientes cinco:

- **Clima:** el Pacto Verde persigue alcanzar la neutralidad climática en 2050. Para ello, propone establecer objetivos más ambiciosos para 2030, ya que, con los objetivos actuales, que buscan alcanzar una reducción de las emisiones en un 40% respecto 1990, en 2050 sólo se alcanzará una reducción de los gases GEI del 60%. El pacto propone aumentar la reducción objetivo para 2030 al 50-55%.
- **Energía:** el sistema energético europeo debe ser capaz de suministrar energía limpia de forma segura y asequible. Actualmente, la producción y uso de la energía en los diferentes sectores económicos suponen el 75% de las emisiones de gases GEI de la Unión. Por ello, se debe descarbonizar el sistema e invertir en fuentes de energía renovable, a la vez que la eficiencia energética debe ser una prioridad. La Transición debe ser beneficiosa también para los consumidores.

- **Edificios:** como ya se ha comentado anteriormente, el sector de los edificios es responsable del 40% de la energía final consumida. Además, su construcción, uso y renovación consume una inmensa cantidad de recursos. Sin embargo, a fecha de redacción del comunicado (2019), la ratio de renovación del stock de edificios por país no supera el 1,2% anual, lo que no sólo es un problema de ahorro energético, sino de confort.

Para afrontar este reto, la Comisión Europea reforzará la aplicación de la legislación vigente en cuanto al rendimiento energético de los edificios a la vez que desarrolla nuevas iniciativas que incentiven la renovación del parque

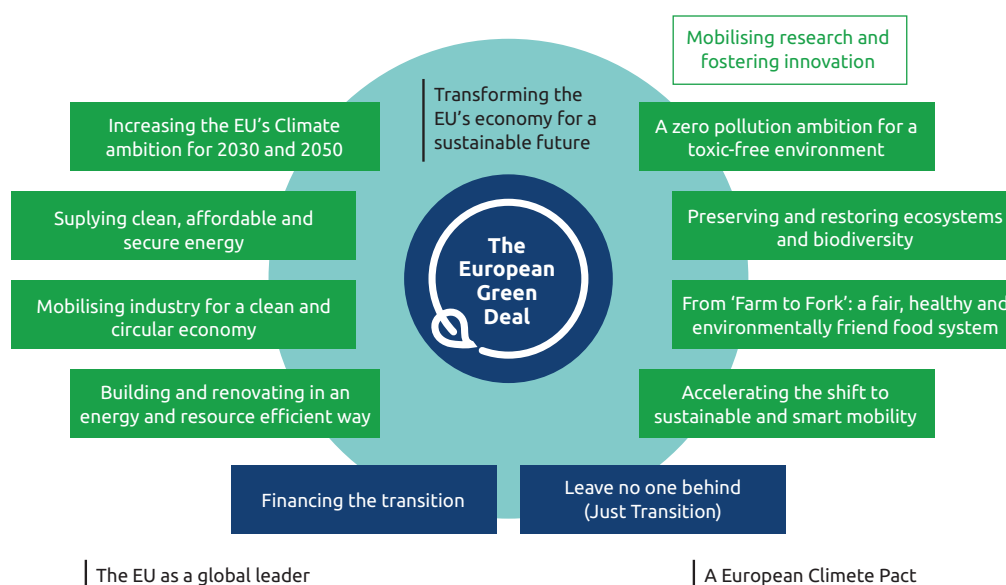


Ilustración 1. Diagrama del Pacto Verde Europeo. (fuente: The European Green Deal)

construido. Entre ellas, está la creación de una plataforma para poner en contacto a los actores del sector (arquitectos, ingenieros ...) y a las autoridades locales con organizaciones capaces de llevar a cabo estas renovaciones, y facilitar la cooperación entre ellos. Otra iniciativa es la adición de nuevos esquemas de financiación para los proyectos de renovación, como InvestEU.

• **Industria:** el sector industrial produce un 20% de las emisiones GEI. Para lograr la neutralidad climática, es necesario que este sector se transforme, adoptando un modelo de economía circular, sobre todo en las EII y RII. La Unión Europea apoyará a la industria para llevar a cabo esta transformación verde y digital mediante ayudas e invirtiendo en I+D+i. Esto fomentará la fabricación de productos sostenibles y la creación puestos de trabajo gracias a la adición de eslabones a la cadena de valor de la producción industrial.

• **Movilidad:** para alcanzar la neutralidad climática, se debe reducir el 90% de las emisiones GEI provenientes del sector del transporte. Los vehículos deben contaminar menos, especialmente en las ciudades. Por ello, el Pacto Verde Europeo apuesta por incentivar el transporte multimodal, así como su automatización e interconexión. Por otro lado, para fomentar la compra de vehículos más respetuosos con el medioambiente, propone acabar con los subsidios para los combustibles fósiles y acelerar la producción de combustibles alternativos.

Debido al retraso en el cumplimiento de los objetivos de París, la Unión Europea ha aumentado sus ambiciones climáticas mediante el paquete denominado **Fit for 55**.

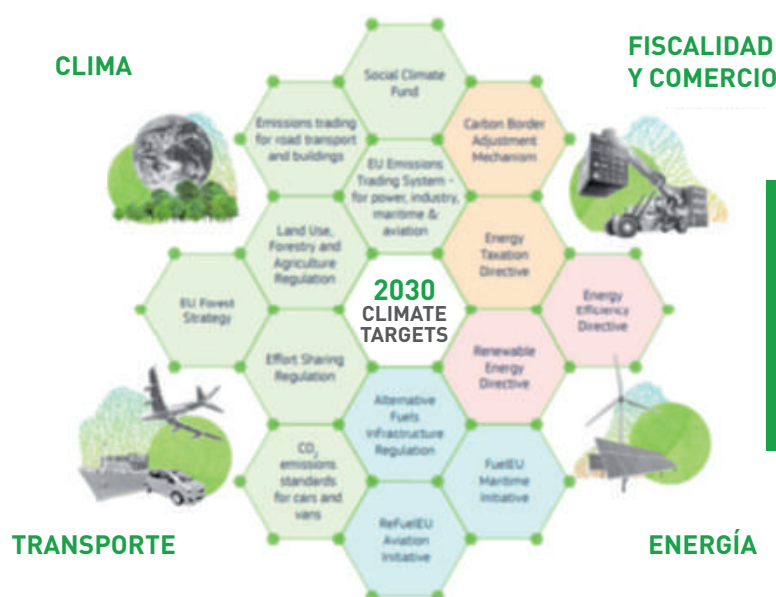
Este paquete de medidas se presentó dentro del marco del Pacto Verde Europeo con la finalidad de acelerar los objetivos marcados y con el foco en la neutralidad climática. Marca el objetivo de una nueva reducción de emisiones más allá de la fijada en el Green Deal, la creación de empleo y el crecimiento económico, la mitigación de la pobreza energética, la reducción de la dependencia energética del exterior y la mejora de seguridad en el suministro y la salud y bienestar europeos.

Las seis líneas del Paquete "Fit for 55" son:

- Incremento del uso de las energías renovables.
- Venta de nuevos coches limpios y uso de nuevos combustibles limpios para coches, aviones, y barcos existentes.
- Extender el mecanismo de Comercio de Emisiones a más sectores de la actividad económica.
- Marcar nuevos objetivos en el ahorro de energía.
- Desarrollar la fiscalidad sobre las fuentes de energía en línea con los objetivos climáticos, es decir, fiscalidad verde.
- Apoyar a los ciudadanos vulnerables para protegerles contra los costes adicionales durante la transición energética.

La implementación de este paquete de medidas se está discutiendo actualmente en los organismos europeos. No solo se tratan las medidas concretas, sino también el reparto de esfuerzos entre los Miembros de la UE.

De lo que no cabe ninguna duda es que va a tener que cambiar el marco legislativo europeo, es decir, varias directivas, como los marcos legislativos de los Estados Miembros. En 2022 se verá la evolución, tanto a nivel de marco europeo, como su impacto en la normativa nacional española.



La UE reducirá sus emisiones un 55% antes de 2030, con respecto a 1990, tal y como está establecido en la Ley del Clima. El 14 de julio de 2021, la Comisión presentó las propuestas para alcanzar estos objetivos.

Ilustración 2. Fit for 55. Fuente: Descarbonización de los usos finales de la energía. Subdirección General de Prospectiva, Estrategia y Normativa en Materia de Energía Secretaría de Estado de Energía. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

El Paquete “Fit for 55” es muy ambicioso: en las negociaciones que se están manteniendo, hay algunos asuntos de capital relevancia para España: los sumideros para reducir las emisiones de CO₂; el mecanismo de control de precios, ETS, y la distribución de la financiación pública y privada para apoyar la agenda de la política climática y energética.

2.3 Políticas nacionales sobre eficiencia energética

2.3.1 Declaración de Emergencia Climática del Gobierno de España

En el Acuerdo de París de 2015, los países firmantes se comprometieron a reducir las emisiones con el objetivo de que la temperatura media del planeta no aumente más de 1,5 °C respecto a los niveles preindustriales. La planificación de la hoja ruta llevaría a la creación del Pacto Verde Europeo en 2019.

A raíz del Acuerdo, el Pacto Verde y las Directivas europeas, el Gobierno de España comenzó a desarrollar su propio paquete de medidas contra el cambio climático. El plan por seguir fue establecido finalmente el 21 de enero de 2020 con la Declaración de Emergencia Climática del Gobierno de España.

En esta Declaración se establece textualmente lo siguiente: *las políticas de mitigación y de adaptación al cambio climático se convierten en un objetivo socialmente compartido [...] El único camino posible es la transformación hacia la neutralidad climática, que presenta una gran oportunidad para modernizar, facilitar la innovación y mejorar la competitividad de la economía española, a la vez que genera empleo de calidad*². Por lo tanto, la transición energética se vuelve a su vez una transición económica y social.

Tras la Declaración, el Gobierno de España se compromete a:

1. Remitir al Parlamento Europeo la Ley de Cambio Climático y Transición Energética.
2. Definir la senda de la descarbonización para alcanzar la neutralidad climática en 2050 de forma organizada y siguiendo los objetivos marcados por el PNIEC.
3. Presentar el segundo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con el objetivo de que el país sea más seguro frente al impacto del cambio climático.
4. Establecer una Asamblea Ciudadana del Cambio Climá-

tico igualitaria para involucrar a la población en el proceso de toma de decisiones.

5. Impulsar la transformación del sector agrario, industrial y servicios en modelos más sostenibles, que incluyan empleo de calidad y compaginen los objetivos económicos y ambientales.

Las principales líneas por seguir son las siguientes:

1. Que las necesidades de España se integren en las iniciativas europeas para la consecución del Pacto Verde Europeo.
2. Que todas las políticas públicas tengan en cuenta la emergencia climática.
3. Integrar en la contabilidad nacional los recursos naturales y su biodiversidad y su control para garantizar su preservación.
4. Identificar los colectivos vulnerables en la transición y crear políticas para su integración.
5. Acabar con los beneficios fiscales de las energías fósiles en la medida de lo posible.
6. No autorizar nuevas explotaciones o investigaciones relacionadas con hidrocarburos en el territorio nacional.
7. Apoyar la transformación y adaptación del sector financiero al modelo de neutralidad climática, asegurándose de su viabilidad y estabilidad a largo plazo. Para ello, se debe elaborar un Plan Nacional de Acción de Finanzas Sostenibles y un programa del Tesoro Público de bonos verdes: Enfocar las emisiones públicas hacia los objetivos del Acuerdo de París.
8. Tener en cuenta el cambio climático en la política fiscal.
9. Asegurar que la Cooperación Española avanza en consonancia con los objetivos de lucha contra el cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
10. Reducir la desigualdad de la mujer en la transición energética.
11. Paliar la pobreza energética impulsando planes de rehabilitación energética y garantizando el acceso a ella.
12. Apoyar el desarrollo de un modelo de movilidad sostenible, intermodal y conectada. Para ello, es importante mostrar las ventajas competitivas del modelo a las empresas. No sólo a nivel energético y económico, esto ayudará a mejorar la calidad del aire y la salud de la población.

² - Gobierno de España: Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Declaración del Gobierno ante la Emergencia Climática y Ambiental (21.01.2020)

13. Aprobación de un Plan Nacional de Salud y Medio Ambiente que permita trabajar estos puntos de manera conjunta a nivel local y autonómico.

14. Incluir la información sobre el cambio climático en el sistema educativo y aprobar un Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad en 2020.

15. Incluir en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 métodos para registrar los impactos y la capacidad de respuesta y anticipación ante el cambio climático, y rutas de innovación para el desarrollo tecnológico orientado a afrontarlo.

16. Fortalecer la colaboración entre el desarrollo rural, la protección de la biodiversidad y los servicios ambientales con la transición energética y las energías renovables para generar “empleo verde”. En esta línea, se crearán la Estrategia de Lucha contra la Desertificación, la Estrategia Nacional Forestal y la Estrategia frente al Reto Demográfico.

17. Avanzar en el desarrollo de un modelo de economía circular mediante la adopción de la Estrategia de Economía Circular y una Ley de Residuos, con el objetivo de tener “residuos 0” en 2050.

18. Crear un sistema de protección e información de los consumidores.

19. Guiar el sector industrial por el camino marcado por las políticas de la Unión Europea mediante una nueva Ley de Industria y una Estrategia Industrial, de forma que el sector se vuelva más sostenible y se descarbonice.

20. Trabajar los problemas ambientales que supone el sector del turismo mediante una Estrategia de Turismo Sostenible en España.

21. Logar que el 30% de la superficie marina esté protegida para 2030, garantizando la conservación de la biodiversidad marina.

22. Repasar las normativas de la costa y el mar para adaptarlas al contexto del cambio climático.

23. Presentar una Estrategia para la Protección de la Costa Española antes de 2021.

24. Coordinar con las CCAA medidas para la protección del medio ambiente.

25. Diseñar un método de seguimiento para estas medidas y su resultado para poder evaluarlas.

Aunque esta declaración es reciente, con la creación del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, las primeras

medidas ya están comenzando a llevarse a cabo.

2.3.2 Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030

El PNIEC es un plan estatal creado a raíz de la Directiva 2012/27 de la Comisión Europea. Basado en un estudio ambiental, el Plan marca los objetivos a alcanzar para 2030 con el objetivo de dirigir a España hacia un desarrollo sostenible. Así mismo, determina la línea de actuación que se debería seguir para alcanzar dichos objetivos. Según el estudio realizado, las medidas contempladas en el PNIEC permitirán alcanzar los siguientes resultados en 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de empleo de recursos renovables sobre el uso final de la energía.
- **39,5% de mejora de la eficiencia energética.**
- 74% de producción renovable en la generación eléctrica.

Finalmente, el objetivo a largo plazo es alcanzar la neutralidad de emisiones GEI en 2050.

El PNIEC abarca varios aspectos del desarrollo sostenible, los cuales aborda desde 5 dimensiones diferentes: Descarbonización, Eficiencia Energética, Seguridad Energética, Mercado Interior de la Energía e Investigación, Innovación y Competitividad. En este informe nos centraremos en el apartado de la Eficiencia Energética.

En esta dimensión, el Plan presenta 17 medidas. De estas 17, 10 se han creado para cumplir el artículo 7 de la Directiva de Eficiencia Energética 2012/27 (modificado en la Directiva 2018/2002), Sistemas de obligaciones de Eficiencia Energética, referido al ahorro energético:

1. Zonas de bajas emisiones y medidas de cambio modal.
2. Uso más eficiente de los medios de transporte.
3. Renovación del parque automovilístico.
4. Impulso del vehículo eléctrico.
5. Mejoras en la tecnología y sistemas de gestión de procesos industriales.
6. Eficiencia energética en edificios existentes del sector residencial.
7. Renovación del equipamiento residencial.

8. Eficiencia energética en la edificación del sector terciario.
9. Eficiencia energética en equipos generadores de frío y grandes instalaciones de climatización del sector terciario e infraestructuras públicas.
10. Eficiencia energética en explotaciones agrarias, comunidades de regantes y maquinaria agrícola.

Estas 10 medidas se diseñaron bajo un enfoque sectorial: Transporte, Industrial, Residencial, Sector Terciario y Agricultura y pesca. Se prevé que generen un ahorro de energía final en cada sector de 14 Mtep, 10,3 Mtep, 6,7 Mtep, 4,7 Mtep y 1,2 Mtep respectivamente. Las contribuciones esperadas de cada una de estas medidas se pueden observar en la *Figura 1*.

Las siguientes seis medidas relacionadas con la eficiencia energética son de carácter horizontal:

1. Promoción de los servicios energéticos.

2. Sector público: responsabilidad proactiva y contratación pública y contratación pública eficiente energéticamente.
3. Auditorías energéticas y sistemas de gestión.
4. Formación de profesionales en el sector de la eficiencia energética.
5. Comunicación e información en materia de eficiencia energética.
6. Otras medidas para promover la eficiencia energética: la transición en la cogeneración de alta eficiencia.

Por último, la medida 17 fue la creación del Fondo Nacional de Eficiencia Energética. Esta organización, sin personalidad jurídica, fue fundada a partir de la Directiva 2012/27/CE y la Ley 18/2014 del 15 de octubre, como un mecanismo de apoyo financiero, técnico y formativo para proyectos dedicados a mejorar la eficiencia energética en todos los sectores.

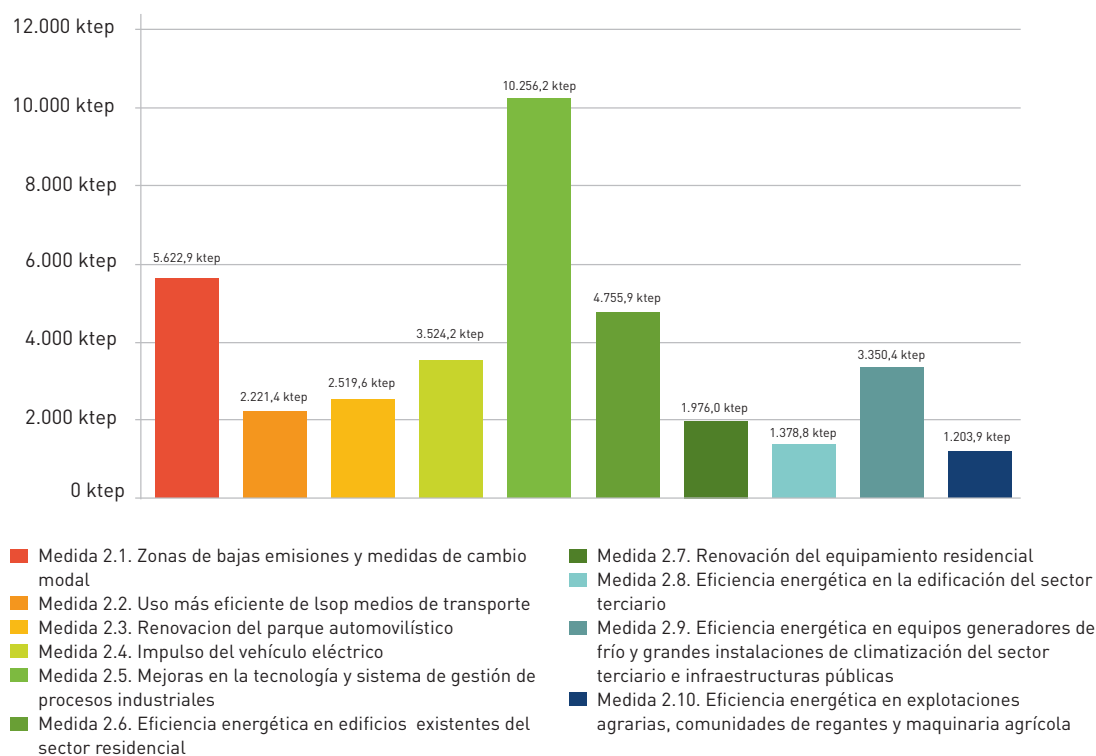


Figura 1. Ahorro esperado de energía final acumulada por las medidas de ámbito sectorial en España 2021-2030 (ktep) (fuente: Borrador del PNIEC)

Objetivos de eficiencia energética de los edificios públicos

- Renovación energética del parque de edificios públicos de la Administración General del Estado por encima del objetivo del 3% derivado del artículo 5 de la Directiva de Eficiencia Energética (300.000 m²/año).
- Renovación energética del 3% de la superficie edificada y climatizada de las Administraciones Autonómicas y Locales.

Ilustración 3. Objetivos de eficiencia energética en los edificios públicos (fuente: Borrador del PNIEC)

En lo respectivo a la edificación, las medidas para mejorar la eficiencia energética del sector se han recogido en la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE).

El Plan expone iniciativas para alcanzar el objetivo de renovación anual del parque de edificios públicos (3%) fijado por la Directiva de Eficiencia Energética y evalúa su impacto. Así mismo, propone que las administraciones públicas sean un ejemplo que seguir en ahorro y eficiencia energética, una actitud que se contempla en el Plan de Contratación Pública Ecológica de la Administración General del Estado. Esto se corresponde con la medida 12, y es algo que ya se propuso en la Directiva 2010/31/CE, actualizado en la Directiva 2018/844.

Para entender la importancia de este punto, se cita textualmente a continuación un fragmento de la Directiva 2018/844: *Con arreglo a la evaluación de impacto de la Comisión, para cumplir de manera rentable las ambiciones de la Unión en materia de eficiencia energética sería necesario realizar la renovación a una tasa media anual del 3 %. Teniendo en cuenta que cada 1 % de aumento del ahorro energético permite reducir en un 2,6 % las importaciones de gas, es muy importante tener ambiciones claras para la renovación del parque inmobiliario existente [...] Deben vincularse a la calidad de las obras de renovación en vista del ahorro energético alcanzado o fijado³.*

Por ello, se han creado dentro del sector de la edificación programas de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes, de los cuales destacan el Programa PAREER-CRECE y el Fondo JESSICA-FIDAE, ambos gestionados por el IDAE.

Las modificaciones que introdujo la Directiva 2018/844/UE hicieron que los objetivos de rehabilitación energética del parque edificado se volvieran más ambiciosos, buscando convertirlos en activos inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados para 2050. Se

facilitará económicamente esta transformación, de forma que los edificios se conviertan en edificios de consumo casi nulo (ECCN).

2.4 Programas de ayuda al desarrollo tecnológico

2.4.1 Horizonte 2020

Horizon 2020 es el Programa Marco de Investigación de la Unión Europea establecido para el periodo 2014-2020. El programa surge para apoyar la Estrategia *Europa 2020* y la iniciativa *Unión por la Innovación*, para abordar los retos a los que se enfrenta la sociedad.

Con un elevado presupuesto (77.028 M€), el Programa se sustenta en tres pilares o *Prioridades*:

- **Ciencia Excelente:** reforzar el nivel científico de la Unión.
- **Liderazgo Industrial:** reforzar y acelerar el desarrollo de tecnologías que permitan mejorar el sector empresarial europeo (TIC, nanotecnología, materiales avanzados, biotecnología, fabricación y transformación avanzada y tecnología espacial), lo que haría más sencillo realizar inversiones de riesgo en I+D+i.
- **Retos sociales:** abordar las prioridades políticas y los retos marcados por la estrategia **Europa 2020**: salud, seguridad y sostenibilidad alimentaria, energía limpia, segura y eficiente, transporte inteligente y ecológico, eficiencia en el uso de recursos y la lucha contra la desigualdad social.

Además de los 3 pilares, hay más áreas de financiación dentro del Programa:

- Ciencia Con y Para la Sociedad.

3- Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018, Diario Oficial de la Unión Europea (19/6/2018), L 156/75-91.

- Instituto Europeo de Innovación y Tecnología.
- Acciones directivas no nucleares del Centro Común de Investigación (JRC).

El Programa financia proyectos de investigación independientemente de la fase en la que se encuentre, así como actividades horizontales de apoyo a la investigación. Las condiciones para ser financiados son:

- Responder a una necesidad existente en la Unión.
- No tener aplicación militar.
- Ser desarrollado por un grupo transnacional de al menos 3 entidades independientes de 3 Estados Miembros distintos (salvo excepciones).
- Seguir las líneas de investigación e innovación especificadas en los programas de trabajo y en las convocatorias correspondientes.

- Respetar los principios éticos y las leyes de la Unión Europea e Internacional.

Las acciones contempladas por el programa son de Investigación e Innovación (RIA), de Innovación (IA), de Coordinación y Apoyo (CSA), de cofinanciación (COFUND), Subvenciones del Consejo Europeo de Investigación para apoyar la Investigación en las fronteras del conocimiento, Acciones Marie Skłodowska-Curie, de Instrumento PYME (SME), Premios y Financiación de Riesgo.

La ayuda económica para cada proyecto ronda entre el medio millón y varios millones de euros, y es otorgada por la Comisión Europea. Esta puede venir en forma de subvención, premio, contratación o de financiación de riesgo.

Las subvenciones, el principal método de financiación, pueden ser con reembolso total o parcial, pagos a tanto alzado o de financiación a tipo fijo. La Comisión aporta un porcentaje de los costes subvencionales: hasta el 100% en caso de proyectos de investigación e innovación, acciones

TIPO DE ACCIÓN	ÁREA DE H2020
Acciones de investigación e innovación	Ciencia Excelente - FIET, Infraestructuras de Investigación Liderazgo Industrial Retos Sociales Ciencia con y para la Sociedad
Acciones de innovación (incluyendo el Fast Track to Innovation - FTI)	Liderazgo Industrial Retos Sociales
Acciones de coordinación y apoyo	Ciencia Excelente Liderazgo Industrial Retos Sociales Ciencia con y para la Sociedad Difundiendo la excelencia y ampliando la participación
Subvenciones del Consejo Europeo de Investigación (ERC)	Ciencia Excelente - ERC
Acciones Marie Skłodowska-Curie	Ciencia Excelente - Marie Skłodowska Curie
Acciones de cofinanciación - COFUND	Ciencia Excelente - Marie Skłodowska Curie Liderazgo Industrial Retos Sociales
Instrumento PYME	Liderazgo Industrial - LEIT Retos Sociales
Premios	Liderazgo Industrial Retos Sociales
Financiación de riesgo	Liderazgo Industrial Retos Sociales

Tabla 1. Área de aplicación de los distintos tipos de acción en H2020. (fuente: Guía del Participante Horizonte 2020).

de coordinación y apoyo, subvenciones del ERC y acciones Marie Skłodowska-Curie; y hasta el 70% para acciones de innovación (salvo entidades sin ánimo de lucro), y a los proyectos de la segunda fase de Instrumento PYME (salvo proyectos del área de salud).

Horizon 2020 ya ha finalizado sus convocatorias. A partir de 2021, el programa marco de I+D+i de la UE se llama Horizonte Europa (HE 2021-2027). Los proyectos de HE con socios españoles se comenzarán a incluir en la siguiente edición de este informe de Tendencias.

2.4.2 Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad

Administrado por el Ministerio de Universidades, dentro del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España, y organizado por la Agencia Estatal de Investigación, el objetivo de este programa es promover la investigación científica orientada a solucionar los retos de la sociedad marcados por la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación y por el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020.

Para ello, el Programa financiará la ejecución de proyectos de investigación orientados hacia uno de los ocho Retos de la Sociedad Española:

1. Salud, cambio demográfico y bienestar.
2. Bioeconomía: sostenibilidad de los sistemas de producción primaria y forestales, seguridad y calidad alimentaria, investigación marina y marítima y bioproductos.
3. Energía segura, sostenible y limpia.
4. Transporte inteligente, sostenible e integrado.
5. Acción sobre el cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas.
6. Cambios e innovaciones sociales.
7. Economía y sociedad digital.
8. Seguridad, protección y defensa.

En 2019, la Convocatoria incluye dos Programas: el Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i, y el Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la

Sociedad. Por ello, la Convocatoria se divide en dos modalidades: *Retos Investigación*, que sigue el modelo de los Programas *RETOS* anteriores, y *Generación de conocimiento*, en el que no se define una orientación temática previamente y están motivados por la curiosidad científica más allá de la posible aplicación de los resultados.

Para poder optar a las ayudas, se debe pasar por un proceso de concurrencia competitiva. Las entidades solicitantes son Universidades y Centros de investigación.

Tanto el presupuesto total como la clasificación por áreas de conocimiento han variado con los años: en 2016 y 2017, se mantuvo un presupuesto de 243.906.000 €; en 2018, aumentó a 268.198.000,00 €; y en 2019, volvió a aumentar hasta los 362.000.000,00 €. El Programa también contó el con apoyo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), mediante el que se cofinanciaban las ayudas, hasta 2019.

El tipo de financiación hasta 2018 ha sido por subvención o por anticipo reembolsable. En 2019, sólo se usó la modalidad de subvención.

Respecto al sistema de clasificación de proyectos empleado, que cambió en 2018, se tratará en el epígrafe 3.2.4. A partir de 2022, el programa *RETOS* Colaboración pasa a denominarse "Colaboración Público-Privada" y así se recogerá en las futuras ediciones de este informe de Tendencias.

2.4.3 CDTI

El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial es una entidad pública empresarial ligada al Ministerio de Ciencia e Innovación. Su función es promover el desarrollo y la Innovación tecnológica en las empresas españolas y administrar las solicitudes de ayuda que realicen, ya sean a los programas propios del CDTI, o a programas de terceros nacionales o internacionales, para sus proyectos de I+D+i. Así mismo, el Centro se ocupa de promocionar la transferencia de tecnología empresarial y de servicios de apoyo a la innovación tecnológica a nivel internacional, y apoya la creación de empresas de base tecnológica.

En cuanto a ayudas propias, el CDTI gestiona varios programas en función de las características del proyecto y del tipo de financiación: Ayudas parcialmente reembolsables (préstamos a largo plazo con interés fijo de los que sólo se devuelve parte), subvenciones (ayudas a fondo perdido) y Capital riesgo (se capitaliza la empresa). Estos programas se encuentran recogidos en la *Tabla 2*.

Estas ayudas están financiadas mediante los fondos propios del CDTI y de varias instituciones europeas: los Fondos de Estructurales y de Inversión, los Fondos FEDER y el Banco Europeo de Inversiones.

de I+D+i de la Unión Europea (Actualmente, el Programa *Horizon 2020*), en licitaciones tecnológicas de grandes instalaciones científicas y en programas espaciales, incluidos los de la Agencia Espacial Europea (ESA).

Respecto a los programas de ayuda de terceros, el CDTI gestiona las solicitudes para acceder al Programa Marco

	PROYECTOS DE INVERSIÓN Y DESARROLLO	PROYECTOS DE INNOVACIÓN	PROYECTOS DE NUEVAS EMPRESAS	PROYECTOS PARA PYMES Y MIDCAPS
AYUDA PARCIALMENTE REEMBOLSABLE	CIEN Proyectos de I+D Proyectos Transferencia Cervera	Línea Innovación Línea Expansión Proyectos FEMP		
SUBVENCIÓN	Programa tecnológico de automoción sostenible Subvenciones Covid-19 Misiones Ciencia e Innovación FEDER Interconecta Innoglobal Ayudas Cervera para Centros Tecnológicos CDTI-Eurostars CDTI-Era-Net	Subvenciones COVID-19	Ayudas Neotec	
CAPITAL RIESGO			Invierte	Invierte

Tabla 2. Programas de ayuda del CDTI. (fuente: página web del CDTI)

3. METODOLOGÍA

3.1 Fuentes de información: método de búsqueda y selección de proyectos

Para este Estudio, se han empleado como fuentes de proyectos la página web CORDIS, que reúne los proyectos financiados al amparo del programa *Horizon 2020*, los proyectos financiados por el *Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad* en las convocatorias de 2016, 2017 y 2018 (no se incluye 2019 porque, a fecha de cierre de la redacción de este Informe, todavía no ha sido publicada la lista de proyectos financiados), y los proyectos aprobados por los Programas de Ayudas del CDTI en los años 2016, 2017, 2018 y 2019.

En las listas de programas nacionales, algunos proyectos de mayor envergadura son desarrollados por distintas empresas a la vez, cada una encargada de una parte. A la hora de realizar el recuento de proyectos, se combinaron en uno solo, sumando el presupuesto de cada una de sus partes. Estos proyectos, junto con los que sólo son desarrollados por una sola entidad, son denominados en este Estudio como Proyectos Unificados. En los proyectos del Programa *H2020*, los resultados y avances de cada socio ya están agrupados en CORDIS en un único proyecto.

3.1.1 Horizonte 2020

A través de la página web de Resultados de Investigaciones de la UE, CORDIS, se accedió al listado de proyectos del Programa *Horizon 2020*. Para facilitar la primera selección, se limitó la búsqueda a los artículos que cumplieren estos requisitos:

- Estuviesen contenidos al menos dentro de la Prioridad *H2020*-EU 3.3: Retos Sociales: Energía segura, limpia y eficiente.
- Su fecha de inicio esté comprendida entre el 1/1/2016 y el 31/12/2019.
- Se desarrollasen dentro de alguno de los siguientes campos de aplicación:
 1. Tecnología industrial.
 2. Energía.
 3. Cambio climático y medio ambiente.
 4. Transporte y movilidad.

- Cuenten con la presencia de socios españoles entre sus colaboradores.

- Esquema de financiación: RIA.

Posteriormente, se recurrió a *Horizon 2020 Energy Efficiency data hub*, que permitió identificar más proyectos dentro del Programa.

Los proyectos seleccionados se recogieron en una base de datos que incluye los siguientes campos:

- Nombre y Acrónimo del proyecto.
- Identificador del tema.
- Fecha de inicio y finalización.
- Esquema de financiación.
- Tipo de acción del coordinador.
- Presupuesto.
- Web del proyecto y link de CORDIS.
- Persona de contacto y correo electrónico.
- Socios españoles.
- Estado del arte anterior al proyecto.
- Motivo del proyecto.
- Objetivos del proyecto.
- Resultados y avance en el estado del arte esperados.
- Resultados y avance en el estado del arte obtenidos.
- KPIs considerados por los promotores del proyecto.
- Palabras clave.

La información para completar estos puntos fue recogida tanto de los artículos en CORDIS como de la página web de los proyectos. Si la información disponible estaba desactualizada o incompleta, se procedió a la lectura de los informes técnicos publicados por los coordinadores de proyecto. Si, aun así, todavía quedaban lagunas de información, se usaron los datos de contacto de los coordinadores del proyecto en cuestión para solicitarla directamente.

A la vez que se estudiaban los proyectos, se realizaba su clasificación según diferentes atributos y características, como se verá más adelante en el epígrafe 3.2.1.

3.1.2 RETOS

La estrategia de búsqueda e identificación de proyectos *RETOS* de interés para nuestro Estudio fue distinta debido a la información disponible en la web de la AEI, que se limita a una relación de títulos de proyecto, nombre del beneficiario de la ayuda e importe de ésta, y otros datos no

útiles a nuestros efectos. Los datos disponibles son:

- Título del proyecto y referencia
- Entidad solicitante, centro de investigación y comunidad autónoma de este último.
- Plazos de inicio y finalización del proyecto
- Propuesta de financiación, entre lo que se incluye el presupuesto total concedido.

El proceso de búsqueda y selección de proyectos del programa *RETOS* resultó mucho más trabajoso que el de los proyectos *H2020*. Se procedió a la lectura de las listas de Resolución de Concesión de cada año, y se extrajeron los datos de los proyectos que, por su título, podían estar relacionados con la eficiencia energética, con la intención de solicitar a las entidades y coordinadores de proyecto correspondientes más información.

Se prestó especial atención a los proyectos de las áreas de *Energía (ENE)*, *Ciencia y Tecnología de los Materiales (MAT)*, de Tecnologías de la Información (TIN) y a las áreas de desarrollo industrial (BIA, TEC, DPI), ya que cubren temas muy cercanos a lo buscado en este Estudio. Con el mismo criterio, se ignoraron los proyectos de áreas no relacionadas con la tecnología aplicada a las ciencias puras o a la ingeniería, salvo excepciones, como algunos proyectos de *Ciencias y Tecnologías Químicas (CTQ)* y *Ciencias y Tecnologías Medioambientales (CTM)*.

Tras reunir los proyectos de interés, se realizó una búsqueda y recopilación de la información de contacto de los centros de investigación, y de los investigadores principales de cada proyecto, con la intención de solicitarles información y poder rellenar la misma tabla de datos que con los proyectos *H2020*:

- Estado del arte anterior al proyecto.
- Motivo del proyecto.
- Objetivos del proyecto.
- Resultados y avance en el estado del arte esperados (indicando variaciones en el TRL).
- Resultados y avance en el estado del arte obtenidos (indicando variaciones en el TRL).
- KPIs considerados por los promotores del proyecto.
- Palabras clave.

Es preciso reseñar que *RETOS* no ha tenido convocatoria todos los años, sino solo en 2016, 2017 y 2019. Por otro lado, se ha de indicar que los proyectos conside-

rados son los correspondientes a “Retos Colaboración”, en los que es más sencillo definir sector de aplicación, puesto que se tratan TRLs más cercanos a mercado que en “Retos Investigación”, en los que es bastante difícil identificar el destino final de los resultados de los proyectos.

De dichos proyectos del programa retos Colaboración, en esta edición se han eliminado aquéllos cuya tecnología principal no ha sido posible identificar, ya que no aportan nada a la definición de Tendencias, engrosando el grupo de tecnología no identificada.

3.1.3 CDTI

La búsqueda de proyectos con ayudas del CDTI se realizó de forma similar a la de los proyectos *RETOS*, ya que la información disponible también se limita al nombre del proyecto, la entidad solicitante de la subvención y el presupuesto otorgado sea en forma de subvención o de crédito.

En primer lugar, se descartaron los proyectos sin relación con la eficiencia energética correspondientes a una serie de tipos de ayuda:

- Covid 19 investigación
- Covid 19 inversión
- Línea directa de expansión

Se ha aprovechado que el CDTI ha creado un sistema de clasificación por áreas sectoriales de dos niveles (explicado en el epígrafe 3.2.4), el cual se ha empleado parcialmente a modo de filtro. Las áreas sectoriales de nivel 1 cuyos proyectos se han descartado en su totalidad son AEROSPA-CIAL, ALIMENTACIÓN, AGRICULTURA Y PESCA, BIOTECNOLOGÍA, FARMACÉUTICO, SALUD, SEGURIDAD Y DEFENSA.

Por tanto, a los proyectos de las restantes áreas sectoriales de nivel 1, se les aplican o no filtros restrictivos relacionados con las categorías de nivel 2, de la siguiente forma:

- Energía: sin restricciones por categoría de nivel 2.
- Medioambiente y Ecoinnovación: sin restricciones por categoría de nivel 2.
- Sectores Industriales: se eliminan los de Equipamiento médico y para la salud.
- Tecnologías de la Información: Se eliminan los de Aplicaciones y Contenidos Sectoriales, Contexto (infraestructuras, seguridad y contenidos), Soluciones Generales y

Sectoriales de Negocio para pymes, Tecnologías de Seguridad y Confianza.

- Transporte e Infraestructuras: sin restricciones por categoría de nivel 2.

Aplicar unas restricciones más estrictas hubiese simplificado la labor, pero se corre el riesgo de no considerar proyectos de interés ya que, en las recopilaciones realizadas de los Proyectos de *RETOS* y *H2020*, se observó que los trabajos relacionados con la eficiencia energética se desarrollan en una amplia variedad de áreas sectoriales. A causa de este hecho, se descartó realizar un filtrado estricto de proyectos en función del código sectorial que usa el CDTI. En su lugar, se decidió emplear además una serie de palabras clave relacionadas con los diferentes sectores y tecnologías en los que el desarrollo de la eficiencia energética tiene mayor peso:

- Climatización, calefacción, refrigeración, frío, calor.
- Transporte colaborativo, automoción, movilidad.
- DHC, distrito.
- Gestión.
- Residuos, residual.
- Recuperador, recuperación.
- Demanda.
- Aislante, aislamiento.
- Circular (por economía circular).
- Eficiencia energética, energía, energética/o.
- Edificio, edificación, ZEB (ECCN), *passivhaus*.

De cada búsqueda, se seleccionaron aquellos proyectos que, por su título, podrían tener relación con el desarrollo de la eficiencia energética.

3.2 Métodos de clasificación de proyectos

3.2.1 Clasificación propia para los proyectos del programa HORIZONTE 2020

Para clasificar los proyectos a nivel europeo, se creó un sistema de clasificación propio basado en diferentes parámetros:

- Ámbitos implicados.

1- Tecnológicos: los proyectos, como requisito obligatorio para pertenecer a este Estudio, deben destinar recursos a desarrollar el TRL de una tecnología en favor de la eficiencia energética o, sin variar el TRL, a mejorar e innovar sobre una tecnología existente ya en el mercado con la misma intención.

2- Sociológicos: en esta categoría, se agrupan proyectos que buscan concienciar a actores de mercado y consumidores de la importancia y de las ventajas de la eficiencia energética mediante actuaciones más allá de la difusión de los resultados de su proyecto.

3- Económicos: en esta categoría, se agrupan proyectos que buscan facilitar la entrada en el mercado de productos y modelos de negocio relacionados con la eficiencia energética.

- **Sectores de aplicación:** esta categoría pretende separar los proyectos en función del sector al que van dirigidos los resultados relativos a la eficiencia energética del proyecto.

1- Urbano: aquellos proyectos destinados a núcleos urbanos, ciudades, pueblos o infraestructuras en general. Incluye mejora de aislantes, sistemas de gestión energética de la climatización, DHCs, etc. Los resultados pueden afectar sólo a sectores específicos.

- Edificios del sector terciario.
- Doméstico.
- Núcleo urbano completo: afectan a toda la ciudad.

2- Industrial: proyectos que buscan mejorar la eficiencia en procesos industriales.

3- Transporte: en este sector se recogen aquellos proyectos que mejoren la eficiencia energética en relación con los vehículos, la red de transporte y la conducción.

4- Versátil: los resultados de los proyectos incluidos en esta categoría son aplicables a más de un sector. Por ejemplo, un proyecto de generación de biocombustible aplicable a la vez al sector transporte y al industrial.

- **Tecnología principal:** esta categoría clasifica los proyectos en función de su principal objeto de desarrollo.

1- Sistemas de almacenamiento de energía: proyectos cuyo foco de desarrollo se centra en mejorar la eficiencia energética de los sistemas de almacenamiento o a desarrollar nuevos sistemas de almacenamiento integrados en las infraestructuras. Por ejemplo, PCMs, almacenamiento térmico en estructuras, integración de vehículos eléctricos en la red...

2- Materiales y equipos: trabajos centrados en desarrollar mejores aislantes, mejores equipos, y mejores procesos de manufactura. También se incluyen aquellos proyectos que incentivan la eficiencia energética a largo plazo mediante la mejora de materiales de construcción y renovaciones de edificios.

3- Valorización de residuos: proyectos en los que se pretende reaprovechar residuos energéticos y materiales y pérdidas de energía de diferentes procesos reincorporándolos a la cadena de producción. Se estudian tres vertientes:

- Combustibles sostenibles.
- Sistemas de recuperación de energía.
- Reciclaje.

4- Gestión energética y de recursos: proyectos de desarrollo de sistemas que permiten optimizar el consumo energético y de recursos respecto a diferentes parámetros. Esto incluye programas informáticos de modelización, sistemas de gestión de demanda o renovaciones energéticas no profundas, como la integración de sistemas SMART y BIM en los edificios.

5- Sistemas de Calefacción y Refrigeración de Distrito (DHCs): esta categoría se nutre de varias tecnologías, como almacenamiento térmico, recuperadores de pérdidas o sistemas de gestión de recursos. Pero, debido a su importancia en la transición energética, se ha decidido mantenerlo como una categoría individual.

6- Edificios de consumo casi cero / Distritos de energía positiva (nZEB/PED): al igual que con los DHCs, debido a su importancia en la transición energética, los proyectos de PEDs y nZEB se han mantenido como una categoría en sí misma, a pesar de ser un conglomerado de varias de las tecnologías anteriores. También se incluyen casos excepcionales de sistemas de generación distribuida, como CHESS-UP o Innova Microsolar.

• **Desarrollo alcanzado:** esta categoría recoge los avances que buscan alcanzar los proyectos. Los grupos no son excluyentes, ya que un proyecto puede tener varios objetivos.

1- Desarrollo de protocolos de ahorro y eficiencia: hace referencia a los proyectos que crean rutinas alternativas que aumenten el ahorro energético o aumenten la eficiencia.

2- Creación de modelos de negocio y puestos de trabajo.

3- Pareo entre Producción-demanda y Flexibilidad.

4- Usuario en el centro de toma de decisiones: proyectos que buscan que el usuario sea el actor protagonista del proceso de mejora de la eficiencia energética. Se basan en visibilizar el consumo energético y las ventajas de reducirlo, y en dar consejos para ahorrar energía sin

perder confort, lo que sensibiliza y conciencia a la población.

5- Reescalado y replicabilidad: proyectos que han alcanzado un nivel de desarrollo que les permite adaptar la tecnología para aplicarla en diversos entornos y circunstancias.

6- Estandarización de diseños y producción en masa.

7- Economía circular y mejoras del ciclo de vida: engloba aquellos proyectos que buscan optimizar el uso de recursos energéticos mediante la reutilización de residuos físicos.

8- Rehabilitaciones energéticas.

9- Ayudas y mejoras en el marco legal y la gestión administrativa.

10- Mejora y optimización de tecnologías actuales.

- Mejores aislamientos y materiales de construcción.
- Mejoras en el proceso de fabricación industrial.
- Mejores sistemas de obtención de energía: en esta subcategoría, se recogen los proyectos de recuperación de calor, de producción de combustibles a partir de residuos y de mejoras en sistemas de generación desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- Mejoras en los sistemas de almacenamiento de energía.
- Mejores redes de distribución.
 - Red eléctrica
 - DHCs
- Mejoras en los PED/nZEB.
- Mejoras en aplicaciones digitales.

• **Actuaciones de apoyo al desarrollo:** en esta categoría, se indican las acciones llevadas a cabo por los proyectos para apoyar a la investigación. Al igual que en la categoría anterior, los grupos no son excluyentes, ya que los proyectos suelen aplicar varios tipos de actuaciones.

1- Integración de RES: proyectos que emplean recursos renovables como fuente de energía. Estos proyectos están asociados a los DHCs y a los PED como fuentes de generación distribuida.

2- Inclusión de sistemas de almacenamiento de energía.

3- Adición de sistemas de recuperación de calor.

4- Estudios de mercado.

5- Análisis de consumo de energía: puede realizarse con nuevos sistemas digitales o recurrir a métodos más tradicionales (véase contadores analógicos), aunque en proyectos actuales es más común lo primero.

6- Mapeados y estudios de recurso: el proyecto incluye un método para localizar y cuantificar el potencial energético de un recurso renovable en concreto o el potencial energético de una zona.

7- Sistemas plug&play.

8- Modelos de Respuesta a la Demanda (DR).

9- Encuestas/Consultas: tanto previas al proyecto, como a modo de evaluación de los avances del proyecto.

10- Acciones informativas y formativas: este apartado no hace referencia al plan de diseminación y publicidad del proyecto. Reúne aquellos proyectos que buscan o bien enseñar a la población en una cuestión referente al trabajo, o instruir a un grupo específico de técnicos y expertos.

11- Creación/evaluación de marcos de trabajo: los proyectos dentro de esta categoría destinan recursos a crear o a analizar la metodología de trabajo que se ha empleado en el sector que atañe al proyecto. La transición energética requerirá nuevas formas de llevar a cabo la gestión de los recursos energéticos.

12- Ciudades faro: si bien todos los proyectos y tecnologías deben pasar por una fase de testeo en edificios reales, se ha querido destacar el empleo de Ciudades faro, en la que no sólo se espera probar la viabilidad de los proyectos, sino también usarlas como modelo para poder reescalarlo y replicarlo en otras ciudades, conocidas como ciudades seguidoras.

13- Renovación de edificios e infraestructuras.

14- Aplicaciones digitales: este apartado reúne los proyectos cuyas herramientas principales para alcanzar su objetivo son digitales, o que desarrollan nuevas aplicaciones para ello o como fin del proyecto. Debido a la gran variedad de aplicaciones digitales existente, se decidió desglosar esta categoría:

- IoT/IdC (Internet de las Cosas).
- ICT (Tecnologías de la Información y la Comunicación).
- BIM (Building Information Modeling).
- BPM (Business Process Models).
- Herramientas de diseño/Toolbox/Algoritmos de optimización: uso de aplicaciones de apoyo para dise-

ñar planes y proyectos.

- Big Data.
- Bases de datos.
- Análisis de consumo/monitorización: uso de aplicaciones conectadas a sensores que registran el consumo de una instalación o edificio.
- Serious Games: empleo de aplicaciones similares a juegos que incentivan al usuario mediante la competitividad y la obtención de recompensas.
- Sistemas inteligentes.
- Otros.

3.2.2 Grado de madurez de la tecnología - TRL

Esta escala fue creada por la NASA durante los años 70 para determinar el grado de madurez de tecnologías en fase de desarrollo. A lo largo del siglo XXI, este método se ha extendido a otros ámbitos de investigación, incluido el programa marco *Horizon 2020*: el Programa aconseja, que no impone, a los participantes que empleen este sistema para cuantificar el avance de sus proyectos de desarrollo tecnológico.

Así mismo, este sistema ha pasado a usarse en otros tipos de proyectos más allá de los relacionados con las áreas aeronáutica y espacial. En años más recientes, se ha adaptado para poder catalogar el desarrollo de tecnología software.

Existen varios puntos de vista para interpretar los TRLs, desde el tipo de investigación que se está llevando a cabo a la escala de los prototipos que se están probando. De forma general, los TRL se asignan sobre esta base, la cual cito textualmente :

- *TRL 1: principios básicos observados y reportados. Idea básica.*
- *TRL 2: Concepto y/o aplicación tecnológica formulada.*
- *TRL 3: Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica.*
- *TRL 4: Validación de componente y/o disposición de los mismo en entorno de laboratorio.*
- *TRL 5: Validación de componente y/o disposición en un entorno relevante.*
- *TRL 6: Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante.*
- *TRL 7: Demostración de sistema o prototipo en un entorno real.*

• **TRL 8: Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones.**

• **TRL 9: Sistema probado con éxito en entorno relevante.**

Puesto que estas descripciones pueden resultar abstractas si no se ha participado en el proyecto, en la *Tabla 3* se han agrupado los TRL en base al entorno de trabajo, el tipo de investigación realizada a dos niveles (siendo el 1 más superficial y el 2 más preciso) y la escala de los prototipos.

Es importante recalcar que no es lo mismo innovar partiendo de una tecnología ya probada, certificada y en proceso de comercialización (TRL 8) o ya en el mercado (TRL 9) que trabajar sobre una tecnología en una fase de desarrollo más baja. También es posible que se encuentren proyectos en los que se trabaje sobre equipos existentes para mejorar alguno de sus componentes, sin que eso suponga un desarrollo tecnológico importante.

3.2.3 Clasificaciones de la Agencia Estatal de Investigación para los proyectos del programa RETOS

Los proyectos nacionales subvencionados por el programa *RETOS* tienen una clasificación propia en relación con el área de conocimiento en la que se recoge la investigación.

Hasta 2017 incluido, los proyectos se agrupaban de la siguiente forma:

• **Sociales:** Humanidades y Ciencias sociales.

• **Industria:** BIA (construcción), TEC (Tecnologías Electrónicas y de Comunicación) y DPI (Diseño y Producción Industrial).

• **Ciencia, Tecnología e Innovación (CIT):** FIS (Física), FPA (Física de Partículas y Aceleradores), ESP (Ciencias del Espacio), AYA (Astronomía y Astrofísica), MTM (Ciencias Matemáticas) y TIN (Tecnologías Informáticas).

• **Medio ambiente:** CGL (Biodiversidad, Ciencias de la Tierra y Cambio Global), CTM (Ciencias y Tecnologías Medioambientales) y CTQ (Ciencias y Tecnologías Químicas).

• **Energía, materiales y transporte:** ENE, MAT y TRA (respectivamente).

• **Salud:** BFU (Biología Fundamental) y SAF (Biomedicina).

• **Ciencias e industria agroalimentaria:** AGL (Recursos y Tecnologías Agroalimentarias) y BIO (Biotecnología).

Pero en 2018 se instauró un sistema de clasificación en el que se modificaron o eliminaron categorías de los años anteriores. En la siguiente lista, se recogen aquellos grupos que atañen a la temática de este Estudio:

TRL	ENTORNO DE TRABAJO	TIPO DE INVESTIGACIÓN 1	TIPO DE INVESTIGACIÓN 2	ESCALA
9	Entorno Real	Innovación	Despliegue	Escala Real = 1
8			Producto o servicio comercializable. Certificaciones de pruebas específicas.	
7				
6	Entorno de Simulación	Desarrollo	Prototipo/Demostrador	Ingeniería 1/10 <Escala<1
5			Desarrollo Tecnológico	
4	Entorno de Trabajo	Investigación		Laboratorio. Banco Escala< 1/10
3			Prueba de concepto	
2			Investigación industrial	
1				

Tabla 3. TRL en función del entorno de trabajo, el tipo de investigación y la escala del proyecto (fuente: NIVELES DE MADUREZ DE LA TECNOLOGÍA TECHNOLOGY READINESS LEVELS. TRLS. UNA INTRODUCCIÓN)

• **Ciencias Matemáticas, Físicas, Químicas e Ingenierías:** principal grupo temático para este Estudio. Engloba las siguientes áreas:

- *Ciencias y Tecnologías químicas (CTQ):* incluye las subáreas de Ingeniería Química (IQM) y Química (QMC).
- *Energía y Transporte (EYT):* incluye las subáreas de Energía (ENE) y Transporte (TRA).
- *Ciencias Físicas (FIS):* incluye las subáreas de Astronomía y Astrofísica (AYA), Investigación Espacial (ESP), Física Fundamental y de Partículas (FFP) y Física y sus Aplicaciones (FYA).
- *Ciencia y Tecnología de los Materiales (MAT):* incluye las subáreas de Materiales para biomedicina (MBM), Materiales para la energía y el medio ambiente (MEN), Materiales Estructurales (MES), y Materiales con funcionalidad eléctrica, magnética, óptica o térmica (MFU).
- *Ciencias matemáticas (MTM).*
- *Producción industrial, ingeniería civil e ingenierías para la sociedad (PIN):* incluye las subáreas de Ingeniería Biomédica (IBI), Ingeniería Civil y Arquitectura (ICA), Ingeniería eléctrica, electrónica y automática (IEA) e Ingeniería Mecánica, Naval y Aeronáutica (INA).
- *Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC):* incluye las subáreas de Ciencias de la computación y tecnología informática (INF), Microelectrónica, nanotecnología y fotónica (MNF) y Tecnologías de las Comunicaciones (TCO).

• **Ciencias de la vida:** de este grupo temático, sólo es relevante para el Estudio la siguiente área:

- *Ciencias y Tecnologías Medioambientales (CTM):* esta área es la excepción, ya que no pertenece al grupo de Ciencias Matemáticas, Físicas, Químicas e Ingenierías, pero es un campo que ha aportado proyectos sobre eficiencia energética anteriormente, de modo que se ha incluido en esta lista. Incluye las subáreas de Biodiversidad (BDV), Ciencias de la Tierra y del Agua (CTA), Clima y Atmósfera (CYA), Ciencias y Tecnologías Marinas (MAR), Investigación Polar (POL) y Tecnologías Medioambientales (TMA)

3.2.4 Clasificación por áreas sectoriales del CDTI

El CDTI aplica un sistema de clasificación a los proyectos aprobados basado en áreas sectoriales. En palabras del

Centro, este sistema consiste en lo siguiente: *El código sectorial es un código interno del CDTI que permite la clasificación de los objetivos técnicos de los proyectos y de los sectores de pertenencia y aplicación de las tecnologías desarrolladas en ellos. Gran parte de los proyectos podrían ubicarse en varios códigos sectoriales a la vez, si bien prevalece el de mayor aproximación a la temática general del proyecto.*

Cada área sectorial se divide en una serie de subáreas, denominadas áreas sectoriales de nivel 2, enumeradas a continuación de forma literal:

• Aeroespacial

- Aeronáutica.
- Espacial.

• Alimentación, agricultura y pesca

- Agricultura.
- Alimentación.
- Forestal.
- Ganadería.
- Recursos marinos y acuicultura.
- Sin nivel asignado.

• Biotecnología

- Agroalimentación.
- Biotecnología ambiental.
- Biología de sistemas, biología sintética y nanobiotecnología.
- Biotecnología para la salud.
- Biotecnología industrial.
- Otros contenidos (biotecnología).

• Construcción, ordenación del territorio y patrimonio cultural.

- Construcción

• Energía

- Optimización de las formas y utilizaciones convencionales de la energía.

- Fomento de las energías renovables y tecnologías emergentes.

- Tecnologías de combustión limpia y tecnologías emergentes.

• Farmacéutico

- Cáncer.
- Enfermedades cardiovasculares.
- Enfermedades crónicas e inflamación.
- Enfermedades respiratorias.
- Enfermedades genéticas, modelos de enfermedad y terapia.
- Enfermedades del sistema nervioso.
- Enfermedades infecciosas y sida.
- Otra investigación farmacéutica.
- Sin nivel asignado.

• Medio ambiente y ecoinnovación

- Gestión y uso sostenible de los recursos naturales.
- Prevención de la Contaminación.

• Salud

- Tecnologías moleculares y celulares de aplicación a la salud humana.
- Investigación trasnacional sobre la salud humana.
- El sistema nacional de salud como plataforma de desarrollo de Investigación científica y técnica.
- Otros contenidos. (SALUD).

• Sectores industriales

- Bienes de equipo.
- Materiales.
- Químico.
- Vehículos de transporte.

- Electrotecnia, equipos eléctricos y electrodomésticos.

- Sectores tradicionales

- Equipamiento médico y para la salud.

- Otros sectores industriales (SECTORES INDUSTRIALES).

• Seguridad y defensa

- Seguridad.
- Defensa.

• Tecnologías de la información y la comunicación

- Equipos, Sistemas y Servicios de Telecomunicaciones.
- Tecnologías Informáticas.
- Ciudadanía
- Electrónica y dispositivos
- Servicios públicos digitales
- Aplicaciones, servicios y contenidos sectoriales
- Contexto (infraestructuras, seguridad y contenidos).
- Soluciones generales y sectoriales de negocio para pymes.
- Tecnologías de seguridad y confianza.
- Sin nivel asignado

• Transporte e infraestructuras

- Infraestructuras.
- Transporte. (excepto Vehículos de transporte 9.4).
- Sin nivel asignado.

• Turismo

- Gestión de las empresas del turismo.
- Economía del turismo y competitividad del sector turístico.

3.2.5 Clasificación propia de los proyectos RETOS y CDTI

Los sistemas de clasificación de los programas nacionales de ayudas no reflejan de forma simple dónde van a aplicarse los resultados de estos proyectos, ni qué repercusión tiene la tecnología desarrollada dentro del contexto de la eficiencia energética. Por ejemplo, decir que un proyecto se encuentra dentro del área sectorial o el área de conocimiento de *Energía* es bastante ambiguo.

Por ello, se ha decidido aplicar la clasificación propia usada con los proyectos del Programa *Horizon 2020*, solicitando a las diferentes entidades coordinadoras y a los líderes de los proyectos la misma información que se recogió de los proyectos europeos en CORDIS.

Tras la preselección de proyectos *RETOS* Colaboración, la obtención de información adicional a la contenida en la base de datos de la AEI, solo ha permitido analizar 51 proyectos. En el caso de CDTI, se analizan 236 proyectos. Es importante señalar que de *RETOS* ha habido tres convocatorias (2016, 2017 y 2019), mientras que de CDTI han sido 6 (2016 a 2021).

Dada la falta de datos de muchos proyectos, se decidió aplicar a los proyectos nacionales sólo la clasificación por las categorías de **Sector de Aplicación** y **Tecnología principal**, las únicas que se pueden inferir a partir del título del proyecto y las áreas de conocimiento de estos. Esto permitirá comparar las tendencias entre los proyectos de *RETOS* y de CDTI y los proyectos de *HORIZON 2020*.

4. RESULTADOS

4.1 Horizonte 2020

4.1.1 Proyectos seleccionados

En la siguiente tabla se recogen los proyectos encontrados y los seleccionados correspondientes al ámbito temporal del Estudio.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GLOBAL
Proyectos encontrados	4.706	4.945	4.970	5.079	5.566	4.504	4.250	34.020
Proyectos seleccionados	7	22	13	2	7	20	5	76
Proyectos individuales seleccionados	0	1	0	1	1	0	0	3
Proyectos colaborativos seleccionados	7	21	13	1	6	20	5	73

Tabla 4. Proyectos seleccionados del programa H2020 (fuente: elaboración propia)

En el caso de este Programa, se añadieron algunos proyectos de 2015 que fueron encontrados en listas de recopilación de proyectos de eficiencia energética del Programa⁶. Si bien se salen del rango de estudio, se decidió mantenerlos por el interés en el tema que tratan.

Por otro lado, hay que señalar que se ha corregido algún error de clasificación de proyectos anteriores a 2020.

La información publicable disponible en la web de la PTE-ee (<https://www.ptee.org/>).

Por las características del Programa H2020, los proyectos son colaborativos por norma general, salvo excepciones, y ya se encuentran recogidos como tal en CORDIS en lugar de estar separados por entidades colaboradoras como en el Programa RETOS y en los programas de CDTI.

4.1.2 Clasificación de los proyectos

Para el análisis de los proyectos del Programa H2020, se recurrió a la Clasificación Propia descrita en el epígrafe 3.2.1. En primer lugar, se clasificaron los proyectos en función del sector de aplicación de sus resultados y de la tecnología principal desarrollada, ya que estas dos categorías se usarán para comparar los proyectos de los distintos programas de ayudas. Esta clasificación está recogida en la Tabla 5.

En la siguiente tabla, con la expresión *Versátil* se quiere transmitir la idea de que la tecnología principal objetivo del proyecto es aplicable o aplicada a más de uno de los sectores urbano, industria o transporte.

6- Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME) [Sitio web]. Horizon 2020 Energy Efficiency data hub

AÑO		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		GLOBAL	
PROYECTOS TOTALES		7		22		13		2		7		20		5		76	
SECTOR APLICACIÓN	Urbano	3	43%	13	59%	11	85%	2	100%	5	71%	16	80%	4	80%	54	71%
	Industria	4	57%	6	27%	1	8%	0	-	1	14%	0	-	1	20%	14	18%
	Transporte	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Versátil	0	-	3	14%	1	8%	0	-	1	14%	4	20%	0	-	8	11%
TECNOLOGÍA PRINCIPAL	Almacenamiento de energía	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Gestión energética y de recursos	0	-	6	27%	8	62%	1	50%	2	29%	18	90%	1	20%	17	33%
	Materiales y equipos	1	14%	5	23%	2	15%	0	-	1	14%	1	5%	0	-	9	18%
	Valorización de residuos	3	42%	4	18%	2	15%	0	-	1	14%	-	-	1	20%	10	20%
	DHC's	1	14%	6	27%	1	8%	0	-	1	14%	0	-	0	-	9	18%
	nZEB/PED	2	29%	1	5%	0	-	1	50%	2	29%	1	5%	3	60%	0	12%

Tabla 5. Proyectos seleccionados en función del sector de aplicación y la tecnología principal del programa H2020 (Fuente: elaboración propia)

Un aspecto para destacar, que se observa también en la *Tabla 4*, es la enorme diferencia en el número de proyectos seleccionados cada año, debida a que las convocatorias se refieren a “topics” específicos. Esto imposibilita un análisis anual de tendencias en los proyectos del programa H2020, de modo que se limitará el análisis al conjunto total de proyectos. Los datos de esta tabla se han representado en la *Figura 2* y en la *Figura 4*.

En la *Figura 2*, se clasifican los proyectos en función del sector de aplicación de los resultados. Es evidente la predominancia de los proyectos que buscan mejorar la eficiencia energética en el entorno urbano sobre todos los demás. Esto es consecuencia de los esfuerzos de la Unión Europea por lograr la descarbonización del sector de la edificación, uno de los que más energía consume y más emisiones GEI genera.

Sector de aplicación de los proyectos H2020

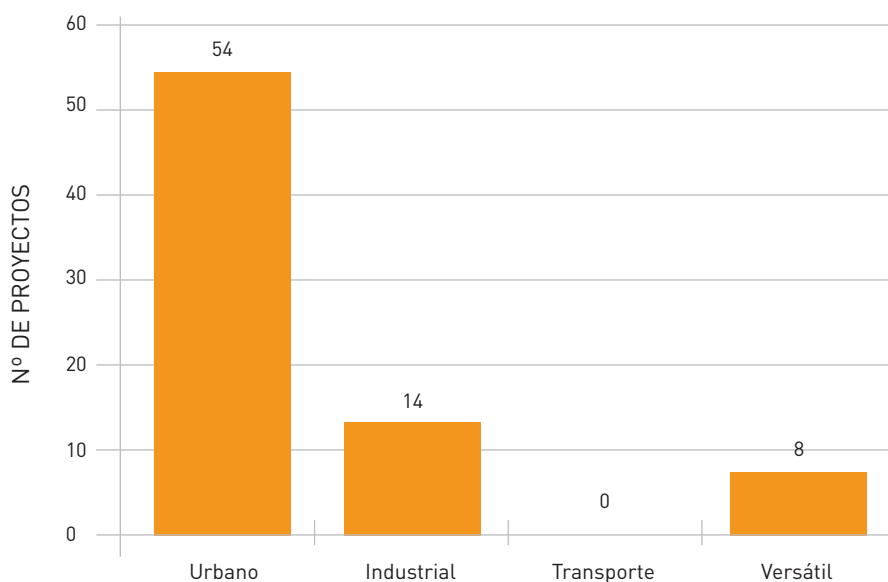


Figura 2. Clasificación de los proyectos de H2020 en función del sector de aplicación (Fuente: elaboración propia)

Sin embargo, sorprende la nula presencia de proyectos relacionados con el desarrollo tecnológico del sector *Transporte*. Existen proyectos para mejorar la movilidad mediante, por ejemplo, el transporte colaborativo, pero ninguno que represente un avance en alguna tecnología que mejore la eficiencia energética en sí misma. En los años venideros, seguramente sea más fácil encontrar proyectos relacionados con este sector gracias a la Directiva 2018/844 y al *Pacto Verde Europeo*, que hacen una mención específica a la necesidad de reducir las emisiones y el consumo del sector de la movilidad.

Proyectos en el ámbito urbano

Puesto que el sector *Urbano*, la categoría mayoritaria, es un concepto muy amplio, se ha hecho un desglose dentro de la misma, representado en la *Figura 3*.

La mayoría de los proyectos *Urbanos* van dirigidos al núcleo urbano completo o una parte de él, como los proyectos DHC o los de renovaciones intensivas. De esto, se puede deducir que existe una tendencia a realizar proyectos aplicables a sectores más amplios y complejos formados por edificios de todos los tipos e infraestructuras urbanas, para de conseguir ahorros de energía más globales. En 2021, todos los proyectos del sector de edificios lo fueron de ámbito de núcleo urbano completo, marcando una clara tendencia, reflejo de las prioridades de las convocatorias, que se orientan cada vez más a ver la ciudad como un organismo consumidor, que como la mera suma de edificios.

Respecto a los sectores más específicos, *Doméstico* y *Edificios del sector terciario*, existe una notable mayor cantidad de proyectos orientados a los edificios residenciales, debido a los 6 proyectos de *Doméstico* de 2020, frente a ninguno del terciario. La diferencia se va acusando cada vez más ya que la realidad es que mejorar los comportamientos eficientes y fomentar el ahorro energético dentro del hogar tiene un fuerte componente de concienciación, y la eficiencia energética *en casa* tiene un reflejo directo en los gastos económicos de los consumidores: puede que una persona no pase la mayor parte su tiempo activo en su hogar, pero es el consumo energético que realiza en él, el que tiene que pagar.

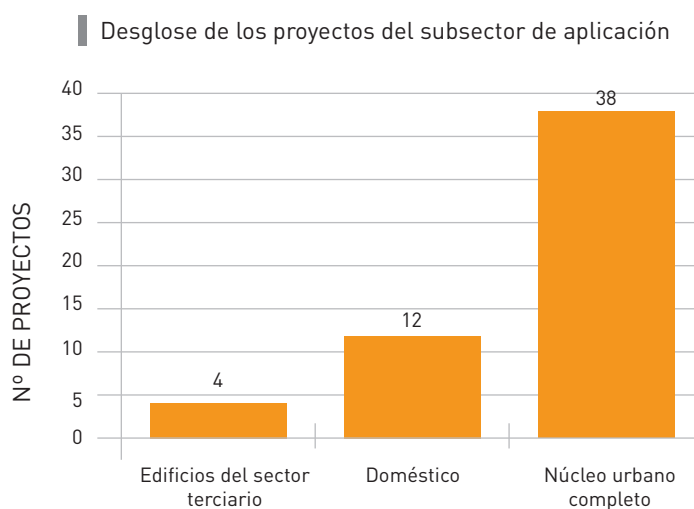


Figura 3. Desglose de los proyectos H2020 del sector de aplicación Urbano (Fuente: elaboración propia)

Tecnologías desarrolladas

En la *Figura 4*, se recogen los proyectos en función de la tecnología principal que se desarrolla en ellos. Se incrementa el dominio de los proyectos de desarrollo de sistemas de *Gestión energética y de recursos* que ya se observaba en la edición anterior. Este tipo de sistemas permiten ahorrar energía en climatización e iluminación, y en cualquier proceso energético en general, sin tener que realizar renovaciones intensivas, por lo que resultan muy atractivos para los propietarios.

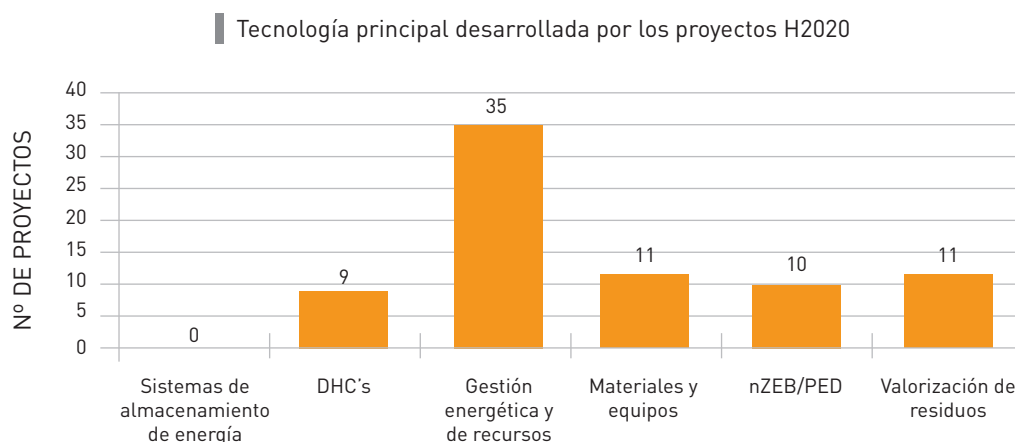


Figura 4. Clasificación de los proyectos de H2020 en función de la tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)

Asimismo, se debe subrayar el crecimiento porcentual de los proyectos de nZEB/PED de 6 a 10 en dos años.

En valor absoluto, la segunda posición la ocupan los 11 proyectos de Materiales y equipos y de *Valorización de residuos*. Entre los últimos, destacan en número los de Recuperación de calor, como se muestra en la Figura 5.

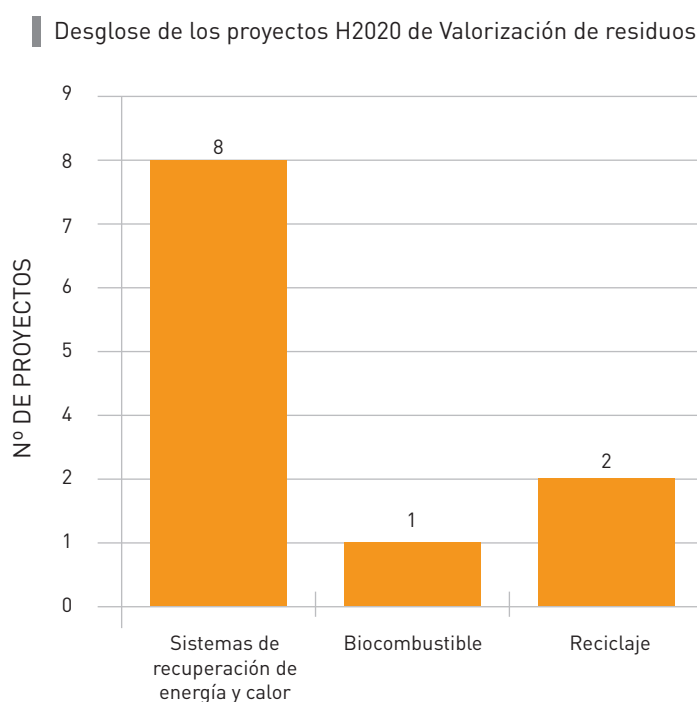


Figura 5. Desglose de los proyectos H2020 desarrollo de tecnologías de valorización de residuos (Fuente: elaboración propia)

Recuperación y valorización de residuos materiales y energéticos

Esto es consecuencia del calor potencial que se desperdicia en las industrias, en las centrales térmicas y en los sistemas DHCs por no estar siendo adecuadamente recuperado y explotado. Es necesario desarrollar equipos capaces de aprovechar los calores residuales y la pérdidas de calor a temperatura más baja, ya que los sistemas térmicos evolucionan para trabajar a una temperatura más cercana al ambiente para reducir dichas pérdidas. Respecto a las demás tecnologías, el 11,8% de los proyectos (9 proyectos) seleccionados están relacionados

con los *DHCs*. Estos proyectos, al igual que los *PEDs* (que muchas veces incluyen sistemas *DHCs*), engloban varias tecnologías que trabajan unidas para un fin común, siendo algunas de estas los materiales aislantes, conductores y de almacenamiento térmico, recuperadores de calor y los sistemas de gestión de energía. Debido a este conglomerado tecnológico, estos proyectos no podían agruparse dentro de los grupos anteriores, de modo que se decidió mantener estas categorías separadas. Por ello, y por su importancia dentro de la transición energética, al punto de que han sido mencionados en directivas europeas.

En contrapunto, la presencia de proyectos centrados en *PEDs* y *nZEB* es inferior al resto de grupos ya que las tecnologías que los integran están más diseminadas, y tienen más aplicaciones fuera de los propios *PEDs* que las tecnologías desarrolladas para los *DHC*, por lo que muchos han sido recogidos en otros grupos tecnológicos en esta clasificación: por ejemplo, un sistema de gestión de la energía diseñado para un edificio cualquiera vale para un *PED* de similares características, pero un sistema diseñado para un *DHC* es demasiado específico como para dedicarlo a otro tipo de redes.

Otro detalle para destacar es la falta de proyectos relacionados con sistemas de almacenamiento de energía. Esto es, en parte, consecuencia de que las investigaciones sobre baterías se centran en mejorar la tecnología en sí: mayor autonomía, menores pérdidas, etc. En conclusión, mejoras de las baterías que, si bien es cierto que pueden mejorar la eficiencia energética, no es la finalidad directa de la mayoría de los proyectos relacionados.

Esta categoría también contempla proyectos de desarrollo de sistemas almacenamiento térmico, como sales fundidas, polioles, o en estructuras de hormigón. Estos proyectos se han encontrado, pero ha resultado que la mejora de la eficiencia es un objetivo secundario o directamente no buscan mejorar estos sistemas y sólo los usan como herramientas de apoyo. Ejemplo de esto son los proyectos de recuperación de calor, que suelen incluir *PCMs* u otros sistemas de almacenamiento térmico.

Respecto a las fuentes de energía renovable, ocurre lo mismo que con las baterías: apenas son estudiadas desde un punto de vista de eficiencia energética en su uso. Las investigaciones en estos casos están más relacionadas con mejorar la generación de electricidad que a la eficiencia energética en sí, por lo que, salvo excepciones, esos proyectos se han dejado fuera de este Estudio.

De los proyectos relacionados con los *RES* seleccionados, algunos forman parte de investigaciones concernientes a los *nZEB/PED*, como *EOLIFPS*, que trabaja en el desarrollo de aerogeneradores instalables en tejados capaces de aprovechar el recurso eólico en ciudades, permitiendo añadir la generación eólica a los *PED*. Otros están dentro de *Materiales y Equipos*, como *C-Heat*, que desarrolla nuevos modelos calderas de biomasa más eficientes, o *PVSITES*, que integra paneles solares con elementos arquitectónicos (*BIPV*).

El grupo *Materiales y Equipos*, está integrado por proyectos bastante dispares: mejoras en equipos de climatización, sistemas de generación, materiales aislantes, etc., siendo el segundo junto con el de *DHCs* en número de proyectos, pero sin acercarse siquiera a la cantidad de proyectos que trabajan en *Gestión de energía y recursos*.

De esta información, se puede deducir que existe una tendencia a trabajar sobre los procesos, infraestructura y equipos ya existentes para reducir su consumo energético sin tener que recurrir a costosas renovaciones estructurales. Aunque existen proyectos como *BERTIM* e *IMPRESS*, dedicados a reducir los costes y el tiempo de renovación de edificios, en consonancia con los objetivos de renovación del stock de edificios de las Directivas Europeas relativas a eficiencia energética y el Pacto Verde Europeo, una gestión inteligente de la energía facilita alcanzar los mínimos de eficiencia energética exigidos por estas mismas directivas, tanto para edificios nuevos como renovados.

Objetivos de desarrollo perseguidos por los proyectos

Para entender las tendencias de desarrollo en mayor profundidad, se analizaron los objetivos de cada proyecto. Estos se encuentran reflejados en la *Figura 6*.

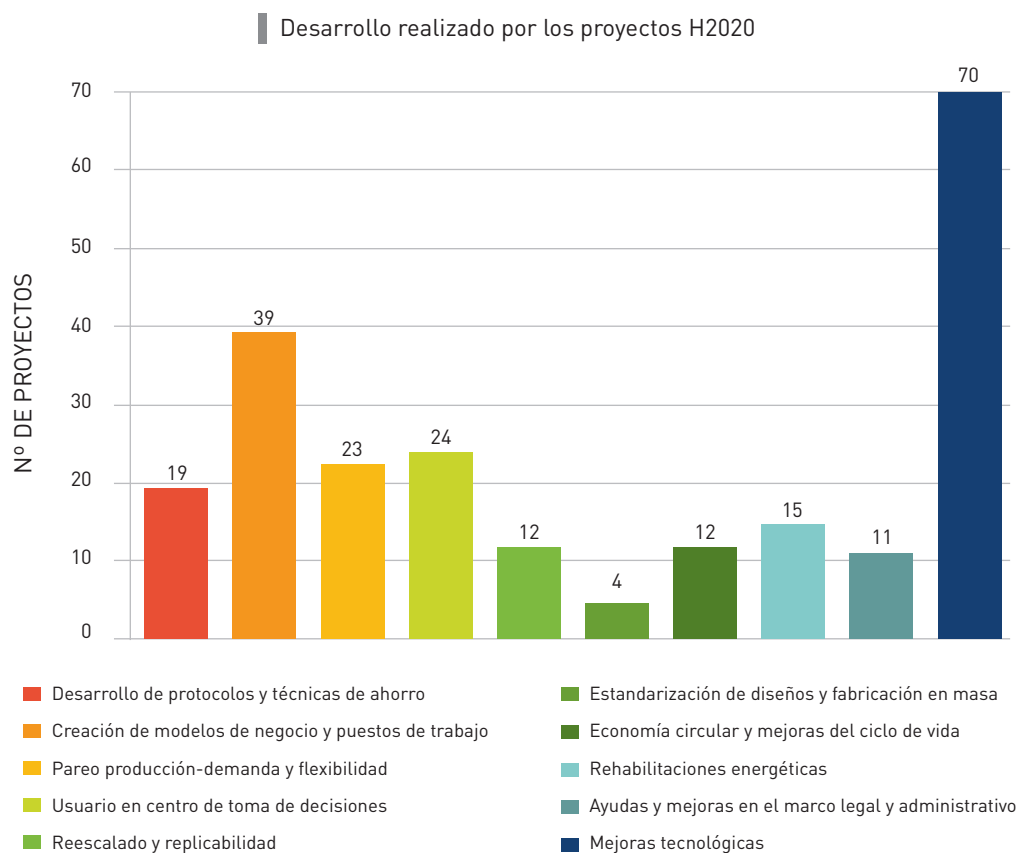


Figura 6. Desarrollo realizado por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)

En esta categoría de clasificación, los proyectos pueden pertenecer a más de un apartado, ya que, por norma general, tienen más de un objetivo. Los principales desarrollos llevados a cabo por los proyectos de eficiencia energética de H2020 son *Mejoras tecnológicas*, *Creación de modelos de negocio y puestos de trabajo*, y *Pareo de Producción-demanda*.

Objetivos de mejora de tecnologías

Por un lado, no sorprende que la mayoría de los proyectos (70 de 76) tengan por objetivo la *mejora tecnológica*, ya que es el objeto de este Estudio y, por tanto, el principal criterio de selección. Esta categoría está desglosada en la *Figura 7*, donde se muestran los elementos más investigados. Aquellos que no persiguen este objetivo, si han sido seleccionados, es porque presentan innovaciones relevantes en la tecnología actual.

Por otro lado, uno de los problemas a los que se enfrenta el sector de la eficiencia energética es al desconocimiento sobre los beneficios económicos que aporta el sector, tanto a consumidores como a otros actores del mercado. La *creación de modelos de negocio* rentables solucionaría este problema. Por eso, muchos proyectos de TRL elevado, o que planean alcanzarlo, apuestan por este objetivo (39 de 76).

Finalmente, uno de los principales obstáculos para la integración de las fuentes de generación renovable (RES) es lograr un suministro continuo. Por ello, una fracción importante de los proyectos centran sus esfuerzos en desarrollar métodos de pareo producción-demanda y flexibilidad (23 de 76).

Otra medida de concienciación es la de situar al *Usuario en el centro de toma de decisiones*: haciendo esto, se induce al consumidor a ver el problema en perspectiva y, con toda la información disponible, aconsejarle e incentivarle para que, en último término, él sea quien tome las medidas que considere oportunas para reducir su consumo energético (24 proyectos de 76 han invertido en la consecución de este objetivo).

En paralelo a estos, encontramos proyectos de *Desarrollo de protocolos y técnicas de ahorro*, con 19 proyectos desarrollan este objetivo, ya que existe un mayor interés en alcanzar el mismo nivel de ahorro mediante la flexibilización de la demanda y dándole al consumidor el control de cómo conseguirlo. Es notable el crecimiento experimentado en dos años (de 10 a 19). Estos proyectos son especialmente relevantes en el entorno industrial.

Existen barreras administrativas que deben abordarse en para facilitar la investigación y la integración de los nuevos sistemas. Pero son pocos los proyectos de I+D+i que dedican recursos en *Ayudas y mejoras en el marco legal y administrativo* (11 de 76).

La eficiencia energética no sólo se consigue reduciendo el consumo y mejorando el rendimiento de los equipos. También se logra mediante el aprovechamiento de los recursos disponibles. Siguiendo los objetivos del *Pacto Verde Europeo*, varios proyectos apuestan por desarrollar un modelo de *Economía circular y mejoras del ciclo de vida de sus productos*. Sin embargo, sólo un 16% de los proyectos persiguen este objetivo.

Otro requisito para los proyectos del programa *H2020* es que sea posible su *Reescalado y Replicabilidad*, de forma que se puedan aplicar los resultados en diferentes entornos y circunstancias. Sin embargo, estos proyectos se han estancado en los dos últimos años, sólo los que se encuentran en un TRL lo suficientemente alto (7) se plantean desarrollar esta propiedad (12 de 76).

Otra forma de mejorar la gestión de recursos es mediante la *Estandarización de diseños y fabricación en masa*, pero esta ha sido una ruta poco desarrollada, y no ha crecido entre 2019 y 2021, y sólo se han encontrado 4 proyectos que tengan esto por meta. Se usa más como herramienta para alcanzar un objetivo que como objetivo en sí, pero existen proyectos de *rehabilitación energética* prometedores como *BERTIM* que han desarrollado módulos de vivienda *plug&play* para renovaciones profundas de edificios, con crecimiento de casi el doble en dos años (desde 8 de 51, hasta 15 de 76).

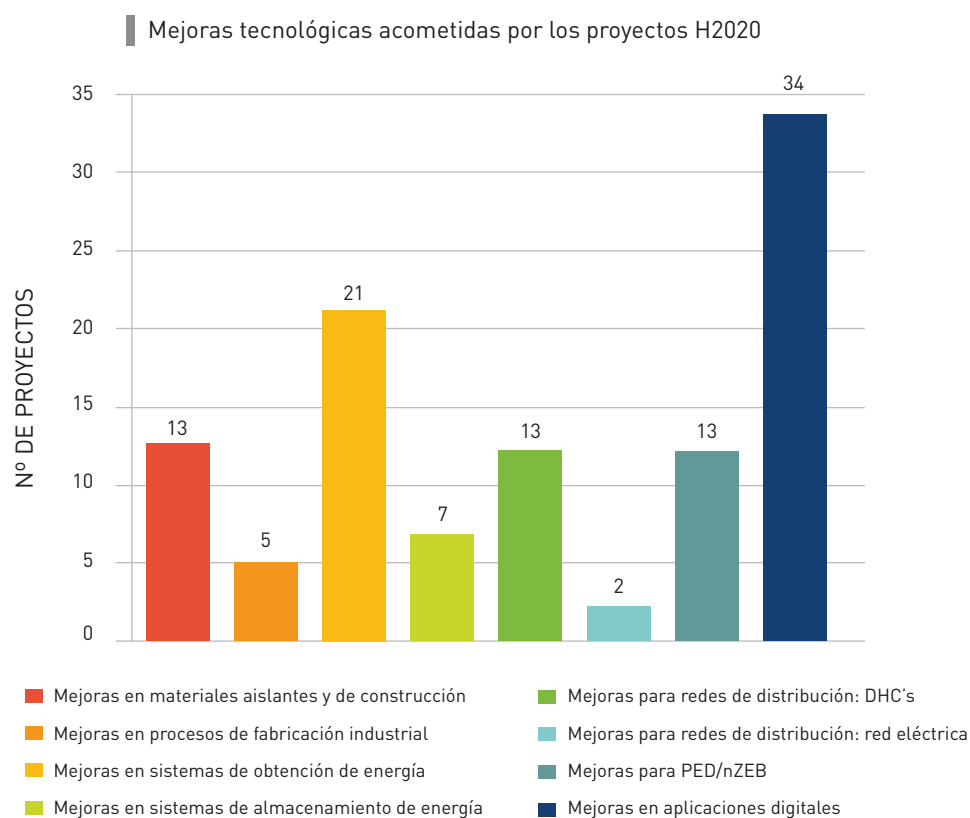


Figura 7. Desglose de las mejoras tecnológicas acometidas por los proyectos H2020 (Fuente: elaboración propia)

La *Figura 7* representa el desglose de los proyectos que tienen entre sus objetivos el de *Mejora tecnológica*. En esta, se recogen los diferentes avances obtenidos por los distintos proyectos. Es importante recalcar que mejorar la tecnología no implica elevar su TRL. Puede ser que se trabaje en mejorar uno de sus componentes de un equipo ya certificado y disponible en el mercado para mejorar sus características, lo que no representa el desarrollo de una nueva tecnología, sino la mejora de una actual.

En esta figura se puede observar que sí existen proyectos en los que se desarrollan sistemas de almacenamiento de energía. Por ejemplo, el proyecto *MPC-GT* combina bombas de calor con edificios activados térmicamente para crear un sistema de calefacción y refrigeración con almacenamiento térmico en la propia estructura.

En consonancia con la predominancia de los proyectos de *Gestión de energía y recursos*, aunque no limitado a este campo, casi la mitad de los proyectos (34 de 761) invierten esfuerzos en *Mejora de aplicaciones digitales* para crear sus propias aplicaciones y plataformas digitales específicamente diseñadas para el propósito del proyecto en cuestión.

De los proyectos seleccionados, 13 de 76 tienen por objetivo la mejora de *Materiales aislantes y de construcción*, creciendo solo en dos desde la edición anterior (2020). En estos proyectos, centrados fundamentalmente en las rehabilitaciones energéticas, se desarrollan sobre todo tecnologías de *Materiales y equipo*, pero también de *Valorización de residuos*. Por ejemplo, *REHAP* busca aprovechar los residuos agrícolas y forestales para convertirlos en materiales de construcción como resinas poliméricas en un proceso más eficiente que el de otros materiales.

Los proyectos que investigan *Mejoras en sistemas de obtención de energía* incluyen desarrollo tanto de sistemas de generación (como *PVSITES* o *C-HEAT*) como de recuperación de energía (como *ETEKINA* o *ReUseHeat*), de ahí que su número sea tan elevado.

Como ya se vio en la *Figura 2*, los proyectos relacionados con el sector *industrial* son relativamente escasos en comparación con los de carácter *Urbano*. Esto está reflejado en el número de proyectos que investigan *Mejoras en procesos de fabricación industria* (5 de 76) estancados en los dos últimos años. Aquellos que llevan a cabo esta investigación lo hacen desde las tecnologías de *Gestión energética y de recursos* o de *Materiales y Equipos*, y suelen tener como objetivos adicionales la *estandarización de diseños y producción en masa*, como los proyectos *IMPRESS* o *EXTRU-PUR*.

Un 17% de los proyectos realiza investigaciones de *Mejoras para redes de distribución de los DHCs*. Si se compara con la *Figura 4*, hay más proyectos de lo mencionado anteriormente. Esto se debe a que existen proyectos enfocados a mejorar los sistemas basados en energía geotérmica, lo que incluye en muchos de ellos a los DHCs, pero que se encuentran recogidos en otros grupos.

Por ejemplo, *GEOCOND* es un proyecto de mejora de materiales aislantes y PCM para las instalaciones geotérmicas que está recogido en *Materiales y equipo*, y *HotMaps*, que está dentro del grupo *Gestión de energía y recursos*, tiene por objetivo desarrollar una base de datos de fuentes de energía geotérmica y prestar ayuda en la instalación de instalaciones para explotarlos.

Con los proyectos de *Mejoras para PED/nZEB*, que son 13 de los 76 seleccionados, se tiene una situación igual a la del grupo de *Mejoras para redes de distribución de los DHCs*: está formado por proyectos de varias ramas, como la de *Gestión de energía y recursos* o la de *Materiales y equipo*. Estos proyectos suelen perseguir a la par objetivos de *Rehabilitaciones energéticas*, como el proyecto *4RinEU* o *Pro-Get-One*.

Por último, se han encontrado muy pocos proyectos que busquen la *Mejora de las redes de distribución eléctricas*, apenas 2 de 76, por lo que su contribución no es demasiado relevante. La razón es que no siempre la mejora de las redes eléctricas contribuye a la mejora de la eficiencia, sino fundamentalmente a la integrabilidad de renovables, la fiabilidad y estabilidad de la red, y la calidad del suministro.

Actuaciones de acompañamiento al desarrollo tecnológico

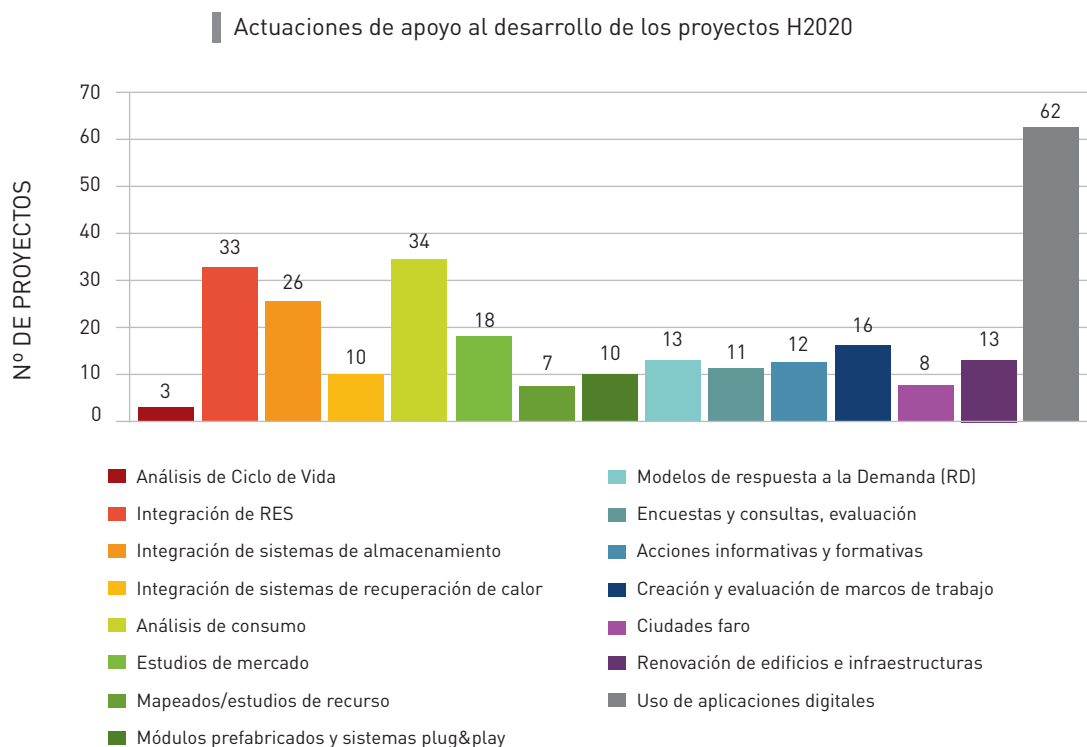


Figura 8. Actuaciones de apoyo al desarrollo llevadas a cabo por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)

En la *Figura 8* se indica el número de proyectos que realizaron determinadas actuaciones adicionales para apoyar al desarrollo del proyecto y a la consecución de sus objetivos. Para separar resultados de estas actuaciones, no se han marcado como actuaciones los objetos de desarrollo (es decir, si un proyecto investiga sistemas de recuperación de calor, no se le incluirá en la categoría de actuación *Integración de sistemas de recuperación de calor*).

La principal novedad respecto a la edición anterior es la aparición de los análisis de ciclo de vida. Esta irrupción se enmarca en el reciente interés por la economía circular. Aunque no es muy masiva desde el punto de vista cuantitativo, si es notable como nueva tendencia.

Aplicaciones digitales como elemento de apoyo al desarrollo tecnológico

Siguen destacando, sobre todas las demás, las actuaciones el *Uso de aplicaciones digitales*: el 81,5% de los proyectos emplean o desarrollan una herramienta digital para optimizar diseños, procesos o rutinas y métodos de gestión. Las aplicaciones digitales permiten extraer el máximo posible de equipos y sistemas mediante una operación optimizada y flexible y así alcanzar un ahorro nunca visto de energía, ya que, además de gestionar la energía de una instalación, permite simular y probar la viabilidad de los proyectos antes de realizar modelos en vivo, minimizando también los errores. Puesto que hay muchos tipos de tecnologías y softwares diferentes que son empleados por los distintos proyectos, este grupo está desglosado en la *Figura 9*.

En esta figura, se puede apreciar que hay 5 grupos de aplicaciones especialmente utilizadas: IoT (que irrumpe en el grupo de cabeza y cuadruplica su presencia desde la edición de 2020), *ICT* (19 proyectos), *Herramientas de diseño* (31 proyectos), *Análisis de consumo y Monitorización* (35 proyectos) y *Sistemas Inteligentes* (casi duplicando hasta 32 proyectos). Todas estas aplicaciones están enfocadas hacia la gestión eficiente de energía de edificios e instalaciones, salvo en el caso de las Herramientas de Diseño, que también pueden usarse para modelizar estructuras y procesos. El resto de las aplicaciones se usan en pocos proyectos.

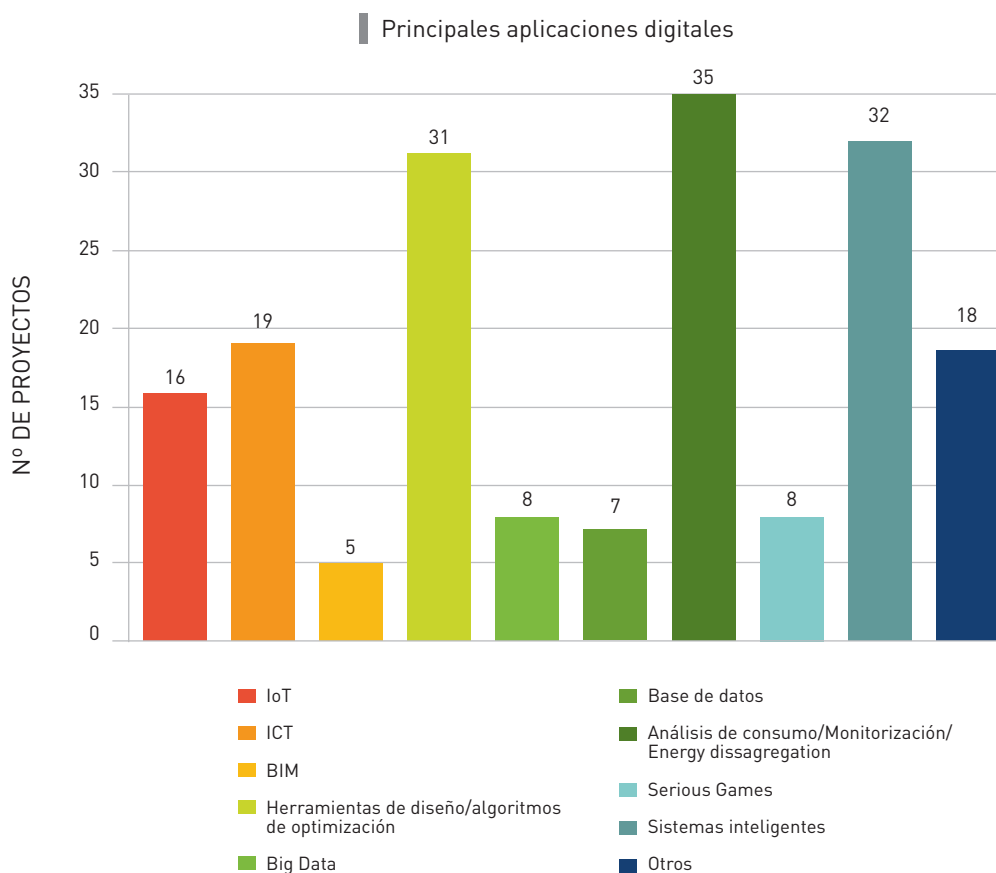


Figura 9. Principales aplicaciones digitales utilizadas por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)

También destaca el crecimiento de Otros (x 9), lo que da una señal de divergencia y búsqueda de nuevos enfoques para dar uso a las aplicaciones digitales.

Es común que varios proyectos incluyan varias aplicaciones digitales al mismo tiempo para conseguir diversos resultados. Por ejemplo, los proyectos que emplean sistemas inteligentes o de análisis de consumo se aprovechan de los avances en ICT para interconectar todos los sistemas. En este sentido, la combinación de *Serious Games* con aplicaciones de Análisis de consumo y monitorización, y la tecnología IoT como interfaz tiene un fuerte carácter de concienciación, ya que expone información y el problema de forma sencilla y atractiva para el usuario. Proyectos como PeakApp siguen esta estrategia.

Ámbitos implicados en los proyectos

La Figura 10 muestra los ámbitos en los que se desarrollan los proyectos. Todos actúan sobre el ámbito tecnológico, ya que ello es una condición *sine qua non* para integrarse en este Estudio. Por otra parte, los proyectos que intervienen en ámbitos económicos son bastante más numerosos que los que intervienen en ámbitos sociológicos, en una ratio de 1,6 a 1, similar a la pasada edición del Estudio.

En el presente, es necesario mostrar a la población las ventajas a nivel de ahorro energético y económico que suponen las actuaciones para aumentar la eficiencia energética. De ahí la importancia de que los proyectos incluyan entre sus planes medidas de concienciación de la población. Son 29 los proyectos que realizan medidas de ese tipo, como *Sesiones informativas y formativas*, o la búsqueda de resultados como el denominado *Usuario en el centro de toma de decisiones*. Sin embargo, todos los proyectos cuentan entre sus objetivos con la disseminación de su trabajo y resultados a los actores interesados, lo que, a fin de cuentas, es una forma de darse a conocer mostrando los beneficios de su proyecto y, de forma indirecta, de la eficiencia energética.

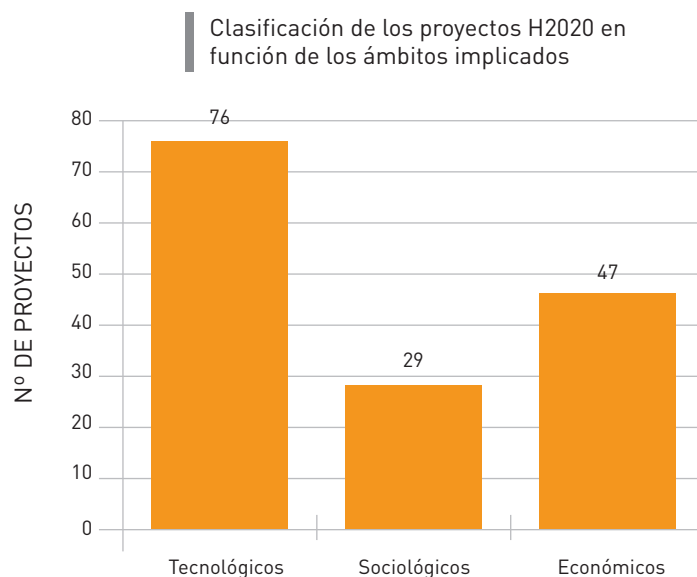


Figura 10. Clasificación de los proyectos de H2020 en función de los ámbitos implicados (fuente: elaboración propia)

Por otra parte, crece muy levemente la proporción de proyectos que inciden en ámbitos económicos (del 59% al 62% entre las ediciones de 2020 y 2022). Esto es consecuencia de que algunos de los proyectos seleccionados se encuentran en TRL medios o bajos y más en la faceta tecnológica que en la inserción en el mercado. Esto se puede ver más en detalle en el análisis de los TRL.

Además, otros tantos optan por, bien por poner simplemente su producto en el mercado, o bien liberarlo para dar acceso público a los resultados, como hacen la mayoría de los proyectos que desarrollan herramientas digitales como objetivo principal. Por ejemplo, el proyecto *HotMaps* desarrolló un mapa de localización de recurso geotérmico y de fuentes de explotación, y lo subió a su página web para liberar su acceso.

4.1.3 TRL

El Estudio pretende determinar el avance en el desarrollo tecnológico que persiguen y que alcanzan los diferentes proyectos empleando la escala TRL. Sin embargo, a pesar de que el Programa *H2020* aconseja usar este sistema, muy pocos proyectos lo emplean o lo divulgan. De los 76 proyectos contemplados en el Estudio, muy pocos hacen alusión explícita al TRL de partida y al objetivo, de modo que, para el resto, el TRL se ha estimado. No obstante, con la información disponible, esto solo ha sido posible hasta algo menos de la mitad de los proyectos.

Respecto a la edición anterior, se han revisado las estimaciones realizadas para la edición de 2020, especialmente en los casos en que el avance estimado era de 4 o más escalones.

Tras el análisis de la información publicada y la obtenida por contacto directo con los socios, se concluyó que los proyectos de prueba de concepto alcanzan o persiguen alcanzar TRL 5 o superior, mientras que una cantidad relativamente pequeña de los proyectos de desarrollo tecnológico pretenden llegar a TRL 8 o 9, o se dedican a trabajar con tecnología ya existente, ya sea mediante la mejora de algunos de sus componentes o con la creación de una herramienta informática basada en plataformas ya existentes. Esto es anómalo, especialmente en el caso de los proyectos que son calificados como RIA.

El objetivo más buscado es alcanzar un TRL 6 o 7, es decir, centrarse en el desarrollo tecnológico previo a intentar comercializar directamente los resultados alcanzando un TRL mayor, y que un proyecto secuela se ocupe de la parte comercial. Sólo una tercera parte de los proyectos cuyos TRLs se conocen, o se han podido estimar, 9. Entre estos últimos, se encuentran los proyectos secuela mencionados, como *EOLI FPS* o *REUSEHEAT*, que

parten de investigaciones realizadas por proyectos anteriores para alcanzar los niveles más altos de TRL de la tecnología en cuestión.

	TRL INICIAL		TRL OBJETIVO		TRL ALCANZADO HASTA LA FECHA	
Nº DE PROYECTOS SELECCIONADOS	34		32		29	
TRL 1-3: prueba de concepto	2	6%	0	0%	0	0%
TRL 4-7: desarrollo tecnológico	32	94%	23	72%	19	66%
TRL 8: certificaciones	0	0%	5	16%	7	24%
TRL 9 : despliegue comercial	0	0%	4	13%	3	10%

Tabla 6. TRL inicial, objetivo y alcanzado por los proyectos del programa H2020 (fuente: elaboración propia)

En cuanto al grado de cumplimiento de los objetivos de TRL, en el que se incluyen proyectos finalizados y no finalizados, la mayoría de los proyectos han llegado al TRL objetivo, y los que no lo han hecho, siguen en desarrollo tecnológico (TRL 4-7).

Otra conclusión es que H2020 solo hace llegar a mercado el 10% de las tecnologías principales objeto de los proyectos, mientras que el 24% se quedan en la etapa previa a la comercialización.

4.1.4 Presupuesto de los proyectos

En la *Tabla 7* se recogen los presupuestos y las ayudas concedidas por el Programa H2020 durante el periodo estudiado. Como se puede comprobar, no existe una correlación entre el número de proyectos y el volumen de ayuda concedida en cada año. La ayuda media por proyecto en el periodo 2015-2021 es de 5,4 millones de €, pero con gran variabilidad entre años, con un mínimo de 1,9 M€ en 2018 a 15,6 M€ en 2021. Todo esto viene marcado por las especificaciones de cada convocatoria, más que por el planteamiento de proyectos que puedan hacer los beneficiarios de las ayudas. Al igual que a la hora de aplicar la clasificación propia, la diferencia en el número de proyectos en cada año del Estudio imposibilita realizar un análisis anual en cuanto a sector objetivo o tecnología principal, de forma que en los gráficos se han representado datos globales.

En cuanto al porcentaje de ayuda, este está en torno al 85%; algo esperable debido a que, según el tipo de acción del proyecto, el programa aporta el 100% o el 70% del presupuesto.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Proyectos seleccionados	7	22	13	2	7	20	5	76
Presupuesto total acumulado (€)	29.528.521	78.575.127	75.475.819	4.667.075	77.055.208	124.925.267	91.973.086	482.200.103
Ayuda concedida (€)	26.447.936	66.521.831	62.857.484	3.820.583	65.718.545	104.047.610	78.039.647	407.453.637
Porcentaje de ayuda	89,6%	84,7%	83,3%	81,9%	85,3%	83,3%	84,9%	84,5%

Tabla 7. Presupuesto y ayuda total de los proyectos del Programa H2020 considerados en el Estudio (fuente: elaboración propia)

Los presupuestos de los proyectos y la ayuda concedida se han desglosado en función de los sectores de aplicación en la *Tabla 8* y la *Tabla 9*. Los datos se han representado en la *Figura 11* y la *Figura 12* respectivamente.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Industrial	16.573 €	24.805 €	5.540 €	0 €	4.267 €	0 €	18.814 €	69.999 €
Urbano	12.955 €	45.034 €	65.286 €	4.667 €	72.788 €	99.057 €	73.159 €	372.946 €
Versátil	0 €	8.737 €	4.651 €	0 €	0 €	25.869 €	0 €	39.256 €
Total	29.529 €	78.575 €	75.476 €	4.667 €	77.055 €	124.925 €	91.973 €	482.200 €

Tabla 8. Presupuesto en miles de € por sector de aplicación (fuente: elaboración propia)

Presupuesto total por sector de aplicación en el período 2015-2021

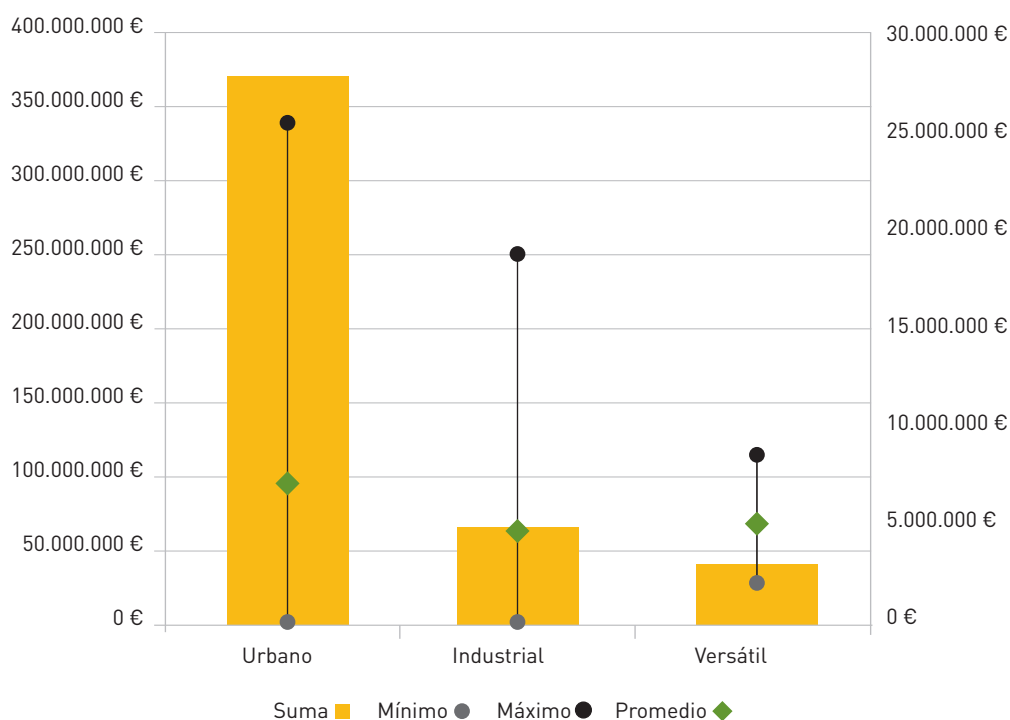


Figura 11. Presupuesto total por sector de aplicación en el período 2015-2021 (fuente: elaboración propia)

Respecto a la edición de 2020, se acusa aún más la diferencia entre los volúmenes totales y los medios de los proyectos de ámbito urbano respecto a los de industria, que es resultado inmediato de las características de las convocatorias y del hecho de que hacer edificios o barrios nuevos o reformarlos es, generalmente, mucho más costoso que realizar modificaciones en instalaciones industriales. Aun así, el presupuesto medio del ámbito industrial llega a los 5 millones de €, desde los aproximadamente 4,5 millones de € en el período 2015-2019.

Se han tabulado también las ayudas otorgadas a los proyectos *H2020* con el objetivo de realizar comparaciones homogéneas en epígrafes posteriores del informe, puesto que solo se conoce las ayudas dadas los proyectos *Retos* y no sus presupuestos totales.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Urbano	10.641 €	38.702 €	54.297 €	3.821 €	62.271 €	82.553 €	64.040 €	361.323 €
Industrial	15.807 €	20.351 €	4.618 €	0 €	3.447 €	0 €	14.000 €	58.223 €
Transporte	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Versátil	0 €	7.469 €	3.943 €	0 €	0 €	21.494 €	0 €	32.907 €
Total	26.448 €	66.522 €	62.857 €	3.821 €	65.719 €	104.048 €	78.040 €	407.200 €

Tabla 9. Ayuda concedida por sector de aplicación en millares de € (fuente: elaboración propia)

En la siguiente tabla se observa el incremento del volumen de ayudas experimentado en 2020 y 2021, desde el valor medio de 45 millones de € en el periodo 2015-2019, a 58 millones de en 2015-2021.

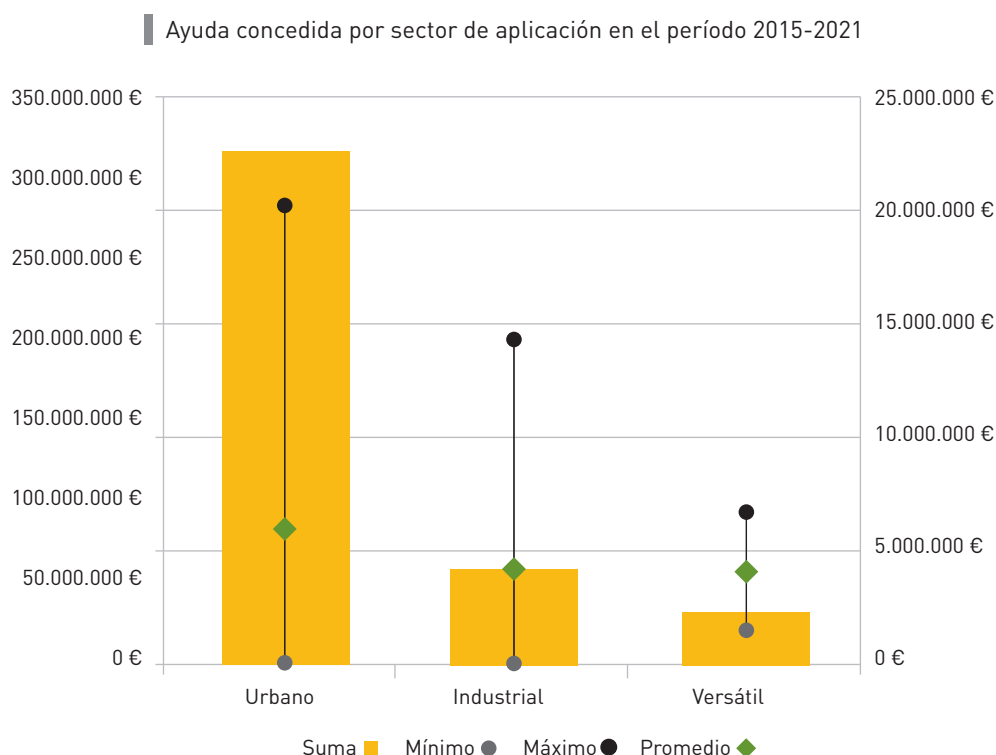


Figura 12. Ayuda concedida por sector de aplicación en el periodo 2015-2021 (fuente: elaboración propia)

Los proyectos del sector *Urbano* son los más numerosos y los que más volumen de presupuesto y de ayuda concedida suponen. Ello se debe tanto al número de proyectos, como a que los más grandes en volumen se orientan hacia el entorno urbano. De hecho, este sector recoge todos los proyectos de más de 10 M€, lo que eleva la media de presupuesto a 5,9 M€, mientras que los de industria promedian 4,2 M€ y suben ligeramente respecto a la Edición 2020, igual que los versátiles hasta 4,1 M€.

Es reseñable que los presupuestos (y por tanto, las ayudas) de los proyectos del sector urbano son muy dispares (entre 0,07 y 20 M€). Los de industria se concentraban bastante más (0,07 – 6,7 M€) en el periodo 2015-2020, pero en 2021-2022 se han separado hasta un máximo de 14 M€. Los denominados versátiles son los más homogéneos en presupuesto (1,4 – 4 M€).

El elevado volumen total y ayuda media de los proyectos del sector urbano se justifica en las infraestructuras y edificios que se ven involucrados, particularmente en los proyectos de Ciudades Faro (Lighthouse) como *ATE-LIER* y *POCITYF*, los de distritos de energía positiva, y los de redes urbanas de calor y frío.

Los presupuestos y la ayuda concedida también se han desglosado en función de la tecnología principal desarrollada en la *Tabla 10* y la *Tabla 11*. Los datos se han representado en la *Figura 13* y la *Figura 14* respectivamente.

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Almacenamiento de energía	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Gestión energética y de recursos	0 €	19.157 €	51.453 €	4.596 €	4.814 €	97.378 €	4.711 €	182.109 €
Materiales y equipos	6.041 €	19.754 €	8.931 €	0 €	4.822 €	3.898 €	0 €	43.538 €
Valoración de residuos	11.577 €	19.272 €	10.444 €	0 €	4.195 €	0 €	18.814 €	64.230 €
DHC's	1.999 €	16.392 €	4.651 €	0 €	19.174 €	0 €	0 €	42.189 €
nZEB/PED	9.911 €	3.999 €	0 €	71 €	44.077 €	23.558 €	68.449 €	150.066 €
Total	29.529 €	78.575 €	75.475 €	4.667 €	77.055 €	124.925 €	91.973 €	482.200 €

Tabla 10. Presupuesto por tecnología principal millares de € (fuente: elaboración propia)

Presupuesto total por tecnología principal en el período 2015-2021

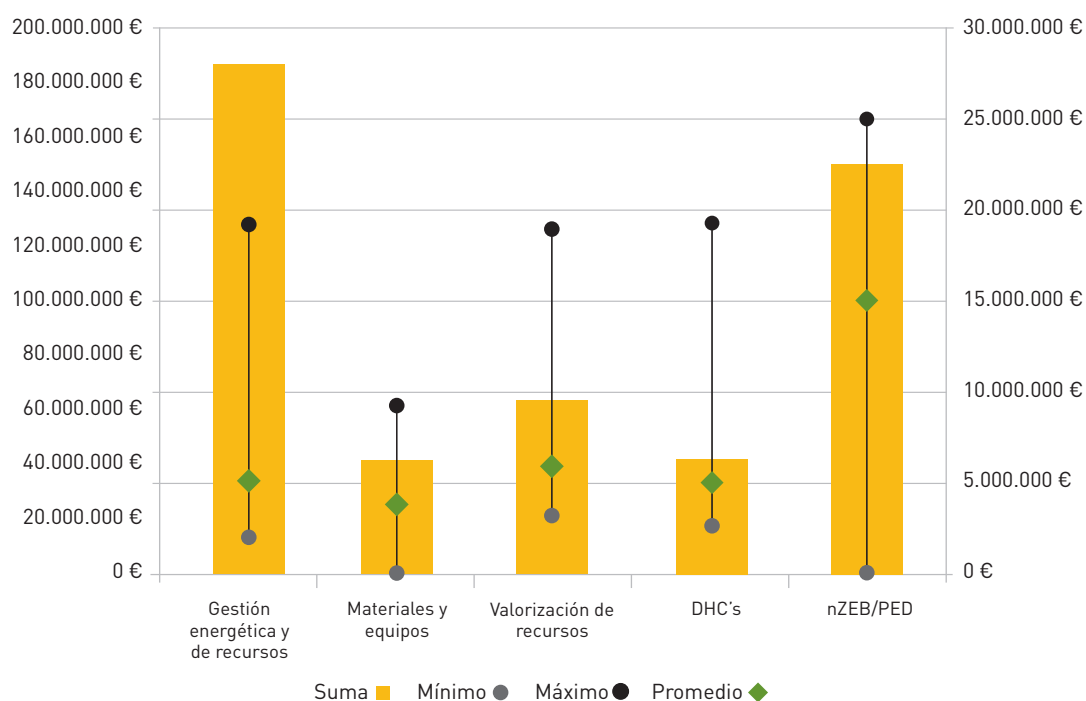


Figura 13. Presupuesto total por tecnología principal en el período 2015-2021 (fuente: elaboración propia)

AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Almacenamiento de energía	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Gestión energética y de recursos	0 €	16.102 €	42.591 €	3.771 €	3.692 €	80.803 €	4.000 €	150.959 €
Materiales y equipos	4.493 €	15.113 €	7.708 €	0 €	4.050 €	3.424 €	0 €	34.788 €
Valoración de residuos	11.577 €	15.479 €	8.615 €	0 €	3.397 €	0 €	14.000 €	53.069 €
DHC's	1.999 €	15.829 €	3.943 €	0 €	14.973 €	0 €	0 €	36.744 €
nZEB/PED	8.379 €	3.999 €	0 €	50 €	39.606 €	19.820 €	60.040 €	131.894 €
Total	26.448 €	66.521 €	62.857 €	3.821 €	65.719 €	104.048 €	78.040 €	407.454 €

Tabla 11. Ayuda concedida por tecnología principal en millares de € (fuente: elaboración propia)

Ayuda concedida por tecnología principal en el período 2015-2021

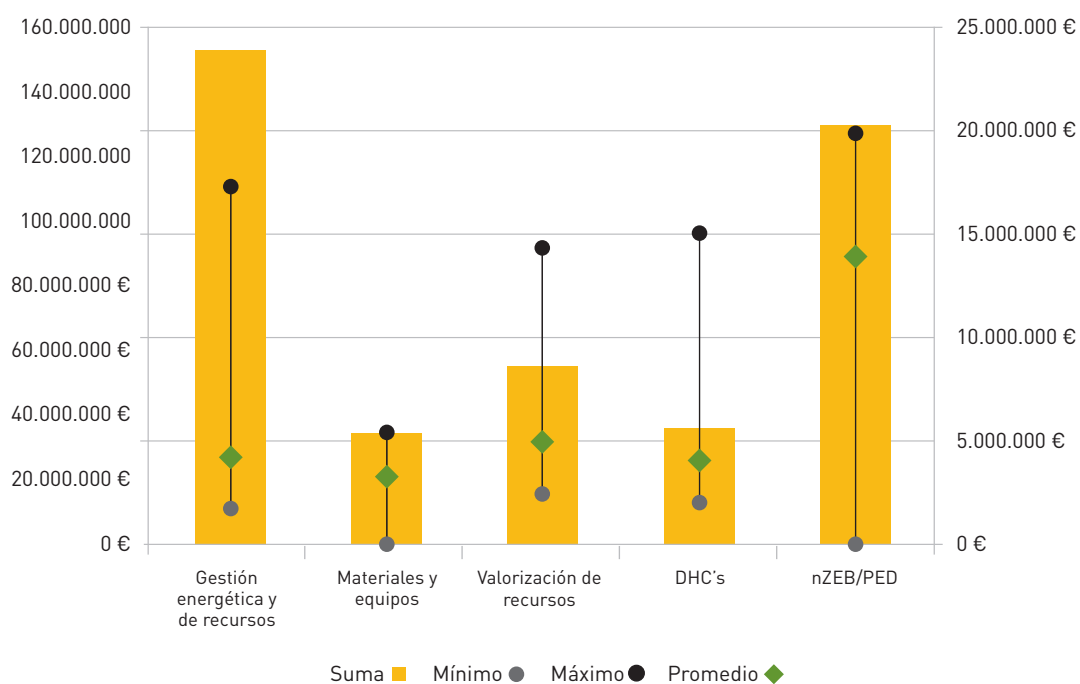


Figura 14. Ayuda concedida por tecnología principal en el período 2015-2021 (fuente: elaboración propia)

Los proyectos de *Gestión de energía y recursos* del Programa *H2020* superan ampliamente en número a las demás tecnologías, lo que también queda reflejado en el volumen de presupuesto que acumulan. Sin embargo, esto no es una regla: los proyectos de *nZEB/PED* son los menores en número, pero los segundos en volumen de ayudas totales a causa de los costes de las infraestructuras y las intervenciones en edificios (véase que son los primeros en ayuda media por proyecto) y además han recibido casi 80 M€ entre 2020 y 2021. Los proyectos de *Materiales y equipo* han resultado ser más pequeños en presupuesto total y medio, lo que se puede explicar a que responden a acciones concretas en un solo establecimiento.

En cuanto a ayuda máxima, mínima y promedio, entre los de *Gestión de energía y recursos* existen proyectos de muy elevado presupuesto que distorsionan el valor promedio, ya que la mayoría de ellos se encuentran en torno a los 5 M€ o menos. Ocurre de forma similar con los proyectos de DHCs, que requieren menos presupuesto de lo que en un principio se podría estimar, salvo en un caso. Los proyectos de *Valorización de residuos y Materiales y equipo* presentan presupuestos comprendidos dentro de un intervalo más acotado.

Por último, los proyectos de *nZEB/PED*, además de requerir un elevado volumen presupuestario para el reducido número de proyectos, tienen presupuestos muy dispares, yendo desde una ayuda mínima de 71 k€ (Eoli FPS), hasta un máximo de 22 M€ (We District y Match-up). Debido a las características de estos proyectos, no se esperaba encontrar ningún proyecto de presupuesto tan bajo.

En varias categorías se han encontrado proyectos cuyos presupuestos distan mucho del resto de los de su grupo, ya que el presupuesto medio está significativamente desplazado hacia el mínimo del intervalo. Esto altera la media y la desviación de los datos. Por ello, sólo para este análisis concreto, se ha decidido ocultar los siguientes proyectos en pro de observar si los resultados varían mucho al eliminar estas anomalías:

- **Gestión de energía y recursos:**

- MatchUp: 19.425.329,7 €, 5 años de duración. Afecta a ciudades enteras e implica muchos proyectos de demostración a gran escala con re-escalado y replicación.
- InteGRIDy: 15.743.171,43 €. Modifica la red de distribución, integrando ICT, sistemas SMART y almacenamiento.

- **Materiales y equipo:**

- EXTRU- PUR: 71.429 €, proyecto realizado por una sola entidad que busca optimizar un proceso de fabricación de ventanas de poliuretano.

- **DHCs:**

- WEDISTRICT: 19.273.573,13 €. Busca integrar almacenamiento y fuentes renovables en DHCs, tanto nuevos como existentes, e industrializar el modelo.

- **nZEB/PED**

- EOLI FPS: 71.429 €. Proyecto individual cuyo objetivo es elevar de TRL 6 a TRL 9 un modelo de turbina eólica capaz de aprovechar viento en ciudades.

La nueva distribución de los presupuestos está representada en la *Figura 15*. Los con la eliminación de los dos proyectos mencionados, los presupuestos del grupo *Gestión de energía y recursos* han pasado a estar comprendidos dentro de un intervalo bastante reducido, presentando un presupuesto promedio inferior al del resto de tecnologías salvo los DHCs. Por ello, se puede confirmar que los proyectos de Gestión de energía y recursos son relativamente “baratos” respecto a otras categorías.

En cuanto a los proyectos de *DHCs*, con la eliminación de un único proyecto, el intervalo de presupuestos se reduce mucho, revelando que estos también requieren relativamente poco dinero.

En la categoría de *Materiales y equipo*, la supresión del proyecto de menor presupuesto apenas ha traído cambios al promedio, más allá de elevarlo ligeramente. Al igual que los proyectos de *Valorización de residuos*, los presupuestos varían de un proyecto a otro, aunque, mientras en *Materiales* la media está bastante centrada en el rango, en *Valorización* está más cerca del mínimo.

Los proyectos de más de 20M € de la categoría *nZEB/PED* se han mantenido ya que representan un porcentaje muy alto del grupo (el 33%), pero sí se ha eliminado el proyecto de 70 k€ porque distaba en 2 o incluso 3 órdenes de magnitud de los demás. De esta manera, el presupuesto medio ha subido sin que el volumen total

se vea apenas afectado. Pero el intervalo en el que se encuentran los presupuestos sigue siendo muy amplio, lo que implica que la tipología de las acciones es muy variada en impacto directo sobre los *Project Sites*.

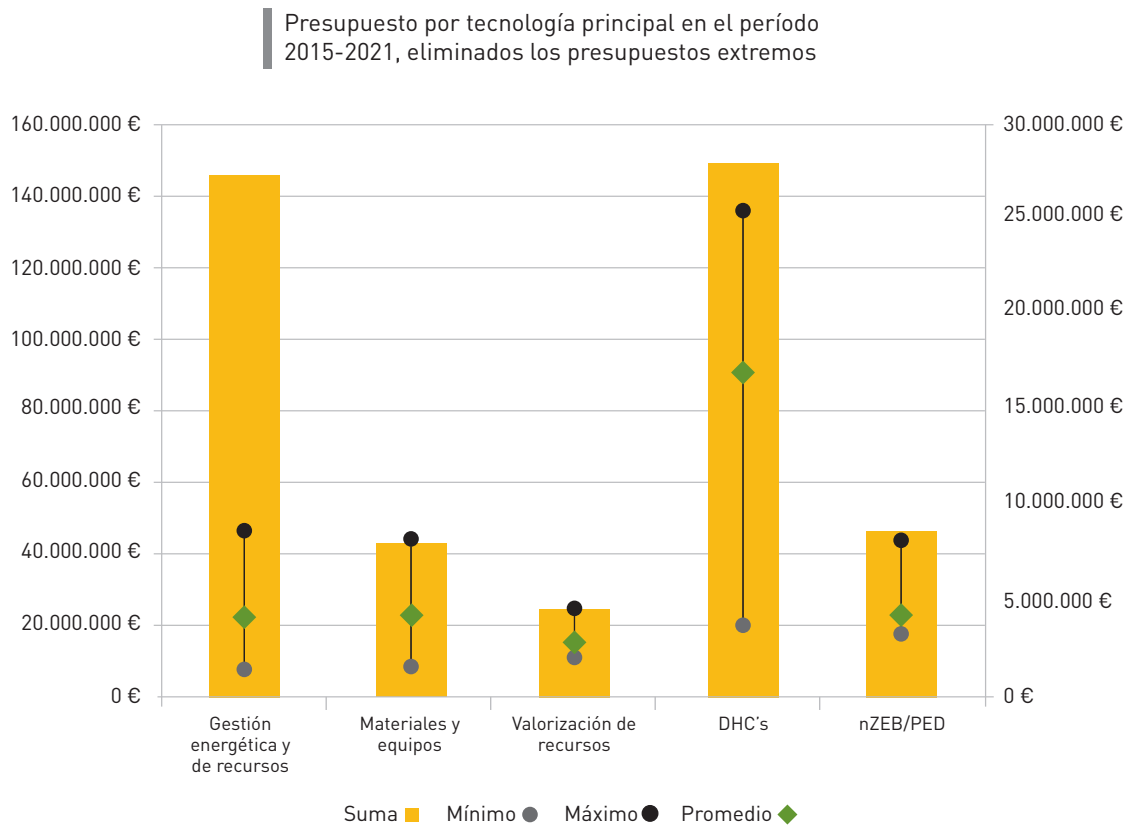


Figura 15. Presupuesto por tecnología principal en el período 2015-2021, eliminados los proyectos con presupuestos extremos (fuente: elaboración propia)

4.1.5 Análisis de los resultados

A raíz del estudio de los datos, se pueden extraer las siguientes conclusiones de los proyectos *H2020*:

- Existe una tendencia a desarrollar proyectos que no impliquen cambios profundos en la estructura de los edificios y de los procesos afectados, sino la **inclusión de elementos adicionales como recuperadores de calor o sistemas de gestión de energía**, siendo especialmente importantes los sistemas digitales. Es más sencillo de instalar, más barato de desarrollar y más efectivo a corto y medio plazo. En estos sistemas, la mayor inversión se destina a los elementos físicos necesarios para implantar planes de eficiencia (cableado, sensores, aparatos de climatización, etc.).

Un porcentaje mayoritario del stock de edificios de la UE fue construido sin tener en cuenta la eficiencia energética, y muchas auditorías determinan la necesidad de reformas, sobre todo, de la fachada. Los proyectos centrados en las renovaciones de edificios están desarrollando **módulos prefabricados *plug&play*, mejores aislantes, y sistemas de climatización, que faciliten la instalación y agilicen el proceso de rehabilitación**, minimizando el tiempo de obra y las molestias derivadas.

Sin embargo, a pesar de la importancia que se le da a esta tarea a nivel europeo, existen pocos proyectos de I+D+i centrados en la logística de reformas y rehabilitaciones y en mejorar la eficiencia energética de estas obras, dando prioridad a la gestión energética del edificio existente.

- La **metodología de los proyectos varía considerablemente** de unos a otros, y pocos proyectos comparten una misma manera de perseguir sus objetivos. La mayoría de las actuaciones estudiadas no son seguidas por más de un 16% de los proyectos.

- El ser capaz de **convencer a la población** y a los demás actores de mercado de los beneficios de la eficiencia energética, es una prioridad que la mayor parte de los proyectos tienen como objetivo, si bien éste no siempre es el principal, y no siempre se afronta de forma directa. En la mayoría de los casos, son los resultados y el propio desarrollo del proyecto los que realizan esta tarea mediante las campañas de diseminación, en lugar de emplear medidas específicas al respecto.

Un ejemplo de medidas indirectas se encuentra en el ámbito económico: los proyectos demuestran que la eficiencia energética permite ahorrar energía, dinero y emisiones, lo que ya de por sí es muy atractivo, además de generar nuevos modelos de negocio que contribuirán a facilitar la transición energética.

- En el campo de la Sociología podemos ver dos líneas: una de ellas busca emplear la **competitividad, la educación y visibilidad de los resultados del ahorro energético como métodos de concienciación**, para lo que se sitúa al usuario en el centro de toma de decisiones, asesorado por sistemas inteligentes. La otra, persigue acabar con el estigma de que el ahorro de energía va unido a la sobriedad y la pérdida de comodidad (por ejemplo, apagar la calefacción para ahorrar energía, aunque haga frío).

Por ello, varios proyectos buscan demostrar que **se puede ser eficiente sin renunciar al confort**, mediante sistemas inteligentes que se ocupan de la gestión energética, y el empleo del IoT para facilitar las interfaces y el uso de software.

En cuanto a la sobriedad, existen proyectos como PVSITES, en el que uno de sus objetivos es que los captadores fotovoltaicos integrados en los edificios sean estéticos visualmente y encajen con la estructura de los edificios, lo que facilita su aceptación por parte de los usuarios.

Los principales cambios en cuanto a tecnologías observados entre la visión 2015-2019 del Estudio de 2020, y la visión 2015-2021 del presente Estudio son:

- Los proyectos del sector edificios se orientan hacia todo el ámbito urbano, como reflejo de la nueva orientación de las convocatorias. Se focaliza más en todo el organismo (barrio / ciudad) que en los aparatos que lo conforman (edificios, redes, y otras Infraestructuras).
- Dentro de los proyectos centrados en los edificios, los domésticos son los más comunes. Los edificios de viviendas, además de demandar la mayor parte de la energía, son los que mayor impacto producen en la ciudadanía (concienciación) lo cual induce al cambio de comportamiento tanto en la propia vivienda como en el lugar de trabajo.
- Por tecnologías objetivo y herramientas utilizadas, se incrementa el dominio de los proyectos que desarrollan “Sistemas de gestión de la energía y de otros recursos”, sobre todo, basándose en aplicaciones digitales.
- Se produce un fuerte crecimiento del “Desarrollo de protocolos y técnicas de ahorro en el ámbito industrial” pasando de una media de proyectos /año (2015-2019) a 4,5 proyectos/año (2020-2021). Como contrapartida, los proyectos que persiguen “Mejoras en procesos de fabricación” se estancan en el último bienio estudiado.
- En lo referente a las actuaciones de apoyo o acompañamiento al desarrollo tecnológico, aparecen los “Análisis de Ciclo de Vida”, como respuesta al creciente interés por la circularidad de la economía.
- Las aplicaciones de IoT entran en el grupo de cabeza de las herramientas digitales pasando de incorporarse en 4 proyectos, a hacerlo en 16.
- Por lo que respecta a los TRLs, es necesario subrayar que en la edición de 2022 se han revisado todas las estimaciones realizadas anteriormente, y con especial detalle aquellas en las que se producían avances

de 4 o más escalones. Los TRLs objetivo más repetidos son los niveles 6 y 7. Por otra parte, algunos de los proyectos que persiguen TRLs 8 y 9 son secuelas de anteriores proyectos de *H2020* o del anterior programa marco. Es decir, se fomenta la presentación de proyectos que continúen esfuerzos anteriores de desarrollo tecnológico para acercar más los resultados al mercado.

Lo más destacable en cuanto a las ayudas que se ha observado entre la visión 2015-2019 del Estudio de 2020, y la visión 2015-2021 del presente Estudio son:

- Las ayudas en los últimos dos años y, en particular en 2020 (104 M€), han crecido mucho respecto a los 45 M€ de promedio del quinquenio anterior, como efecto del Green Deal, que se presentó el 11 de noviembre de 2019. Si bien en 2021 no se ha mantenido ese nivel de ayuda sin precedentes, se sigue superando la media 2015-2021 (58 M€) con 78 M€ concedidos.
- Crecen de forma notable las ayudas a los proyectos que tienen como objetivo del desarrollo tecnológico el ámbito urbano, alcanzando un total de 316 M€ desde los 170 M€ que se obtuvieron en el primer quinquenio. Es decir, se ha producido un 85% de crecimiento. En el ámbito de aplicación industrial, las ayudas crecieron en un 41%, pasando de 41 M€ a 58 M€.
- Por tecnologías, las que más han incrementado sus ayudas son: "Gestión energética y de los recursos" y "nZEB/PED", obteniendo el 32% y el 37% respectivamente de las ayudas totales, que suman 407 M€. Ambas tecnologías, cada vez se destacan más del resto.
- Los porcentajes de ayuda respecto al presupuesto total de los proyectos se reducen muy ligeramente, reduciendo la media global del 84,7% al 84,4%.

4.2 RETOS

4.2.1 Proyectos seleccionados

La metodología de búsqueda y selección de proyectos que se ha empleado para la presente Edición difiere de la aplicada para la Edición de 2020 (ver epígrafe 3.1.2), y ello ha llevado a una reducción sustancial del número de proyectos analizados, con el principal objetivo de disponer de una visión más clara del sector de aplicación de los desarrollos tecnológicos objetivo de los proyectos.

En la siguiente tabla se indica el número de expedientes de ayuda total y los seleccionados. Entre los seleccionados, se encuentran los desarrollados por una sola entidad y los realizados en colaboración.

AÑO	2016	2017	2019	TOTAL
Expedientes de ayuda totales	338	348	282	968
Expedientes de ayuda seleccionados ⁷	51	86	22	159
Proyectos unificados seleccionados	16	25	10	51

Tabla 12. Proyectos seleccionados del programa RETOS (Fuente: elaboración propia)

El número de proyectos unificados seleccionados no corresponde con el número de expedientes de ayuda sino a la suma de proyectos seleccionados individuales y de proyectos colaborativos, con independencia del número de expedientes de ayuda que los apoyen. Los proyectos colaborativos tienen tantos expedientes de ayuda como entidades los integran. Todos los proyectos se encuentran recogidos en la base de datos disponible en la web de la PTE-ee.

7- Cada expediente de ayuda corresponde a una entidad participante en un proyecto.

4.2.2 Clasificación de proyectos

En primer lugar, se analizan las áreas de conocimiento que destinaron recursos a proyectos de eficiencia energética. Nótese que en 2019 cambió la denominación de algunas áreas de conocimiento y se introdujeron las subáreas, lo que dificulta la comparación entre éste y los años anteriores. El significado de las siglas de las áreas de conocimiento se encuentra en el epígrafe 3.2.3

En el año 2016 (ver *Figura 16*) el grupo de *Energías, Materiales y Transporte* fue el que más proyectos sobre eficiencia energética empezó a desarrollar, 5 de MAT y 4 de ENE, aunque no hubo participación del área de TRA. Después está el grupo de Industria, que en conjunto aportó 5 proyectos, 3 de TEC y 2 de BIA. El grupo de *CIT*, únicamente representado por TIN, apenas aportó 2 proyectos. Finalmente, el grupo de Medio Ambiente aportó 2 proyectos, 1 de CTQ y 1 de CTM.

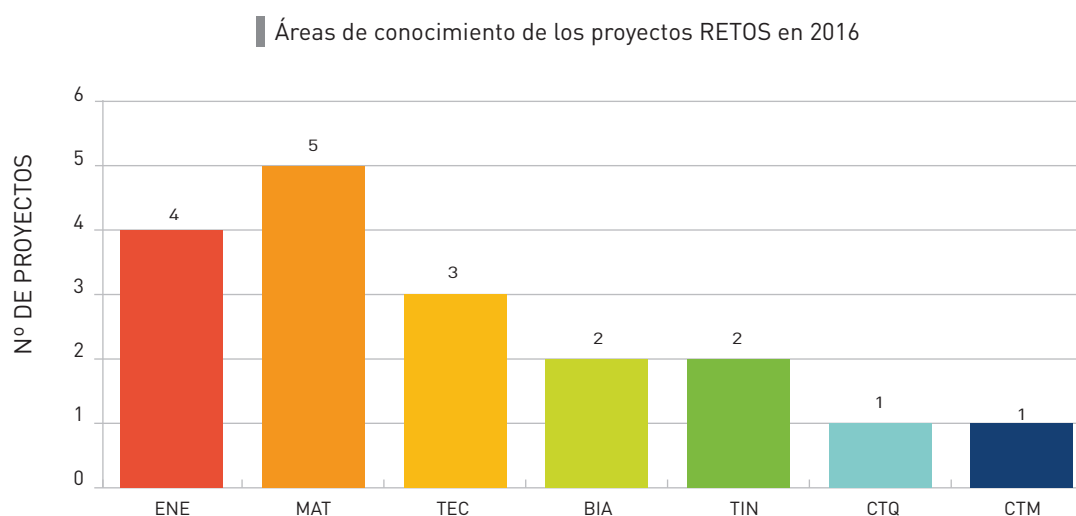


Figura 16. Clasificación de proyectos RETOS de 2016 por áreas de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

En el año 2017 (ver *Figura 17*), aunque se aprobaron menos expedientes (23 frente a 24 de 2016) se registró un ligero aumento del número de proyectos unificados (21 frente a 18), lo cual trajo consigo el crecimiento de los proyectos del grupo de Industria de DPI (de 0 a 4 proyectos) y BIA (de 2 a 4 proyectos), en detrimento de los de TEC (de 2 a ningún proyecto) y los de MAT (de 6 a 4 proyectos). El número de proyectos desarrollados bajo las áreas de ENE y CTQ fue el mismo que el año anterior.

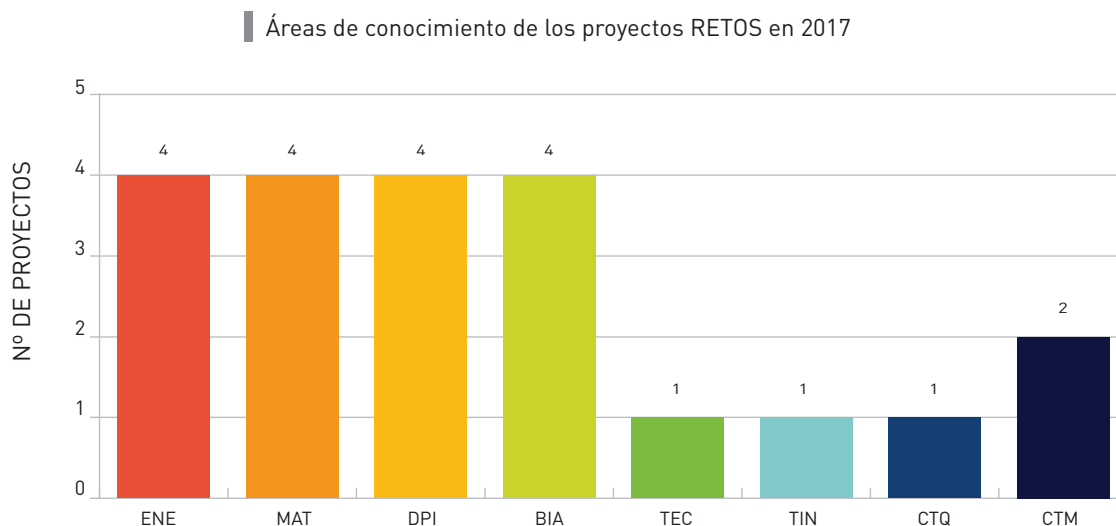


Figura 17. Clasificación de proyectos RETOS de 2017 por áreas de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

Subáreas de conocimiento de los proyectos RETOS en 2019

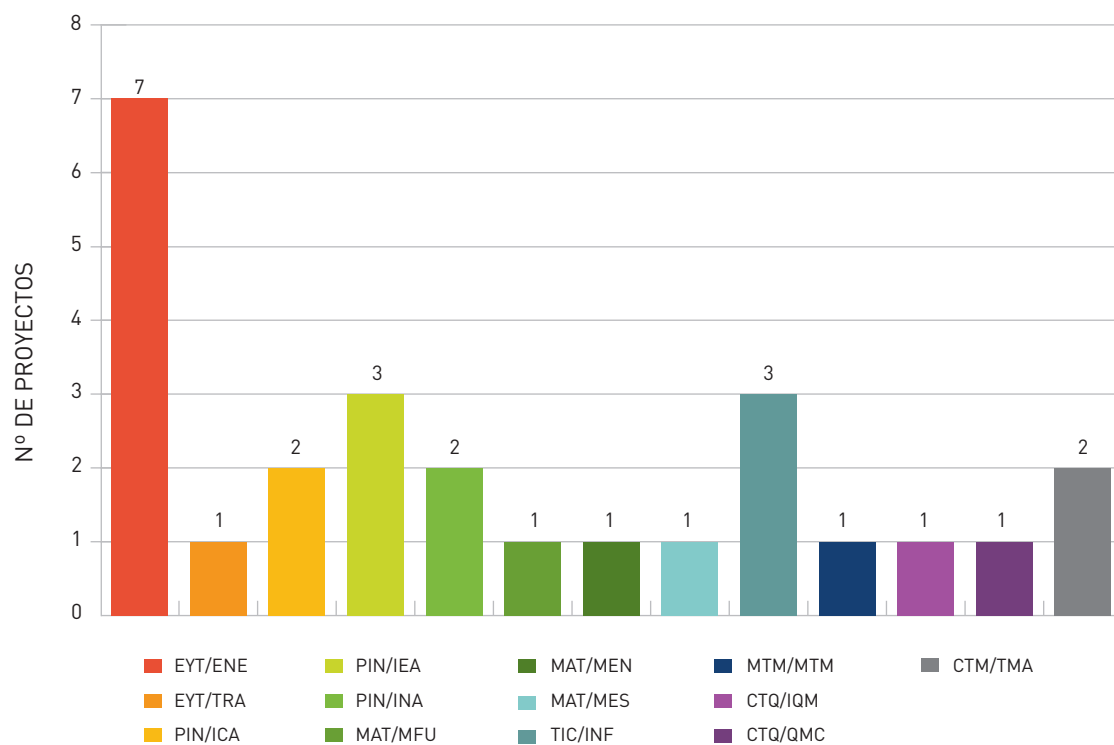


Figura 18. Clasificación de proyectos RETOS de 2019 por subáreas de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

Áreas de conocimiento de los proyectos RETOS en 2019

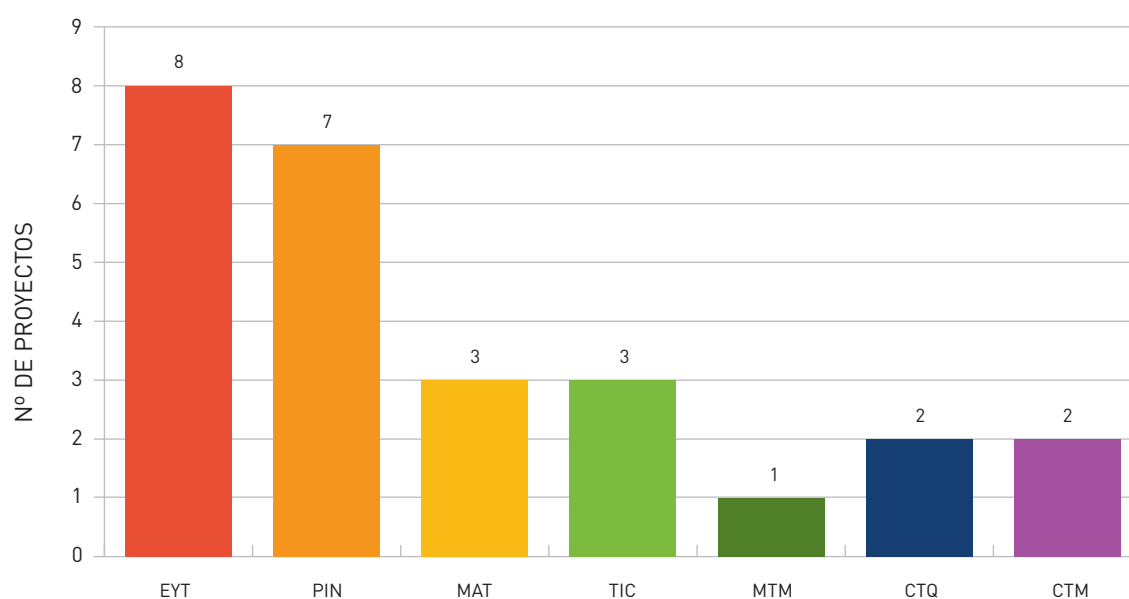


Figura 19. Clasificación de proyectos RETOS de 2019 por áreas de conocimiento (Fuente: elaboración propia)

El año 2019, como se refleja en la *Figura 18* y la *Figura 19*, presenta un ligero aumento del número de proyectos de *Tecnologías de la Información*, centrada en la subárea de *Ciencias de la computación y tecnología informática* TIC/INF, con 3 proyectos. Los proyectos de CTM se mantuvieron estables, mientras que el número de proyectos de CTQ crecieron un poco respecto a otros años (2 proyectos).

En lo referente a proyectos de la antigua rama de Industria, ahora denominada PIN, ninguna subárea destaca especialmente, pero en conjunto, PIN presenta 7 proyectos. Es la única área que se acerca a los proyectos de EYT, que entre sus dos subáreas presenta 8 proyectos, 7 de Energía y 1 de Transporte, siendo este último un sector que no había aparecido hasta este año.

Como se ha comentado anteriormente, es clara la preponderancia del área de Energía dentro de los proyectos de eficiencia energética. El área de la *Ciencia de los Materiales* también ha aportado proyectos de forma significativa durante los primeros dos años, pero en 2018 la cantidad de proyectos disminuyó. Otro sector que ha aportado un notable número de proyectos es el de *Industria/PIN*. Si bien en 2016, las áreas de este sector no invirtieron demasiados recursos en el sector, con apenas 4 proyectos, el número ha crecido a lo largo del tiempo, superando al grupo de *Energías, Materiales y Transporte* en 2017 con 9 proyectos, y manteniéndose cerca del área de *Energía y Transporte* en 2018 con 7.

Sin embargo, si bien este análisis nos permite saber qué áreas se dedicaron al desarrollo de proyectos de eficiencia energética, es de mayor interés conocer hacia qué sectores y campos se enfocaron los trabajos. Esto se puede ver en la *Tabla 13*.

Gracias al cambio de la metodología de identificación y selección de proyectos, se ha podido eliminar la categoría de proyectos *Indefinido* en cuanto al sector de aplicación, cuya inclusión en el estudio no aporta nada.

Los datos de esta tabla están representados en la *Figura 20* y en la *Figura 21*.

AÑO		2016		2017		2019		GLOBAL	
PROYECTOS TOTALES		16		25		10		51	
SECTOR APLICACIÓN	Urbano	10	62,5%	15	60,0%	4	40,0%	29	57,0%
	Industria	6	37,5%	7	28,0%	4	40,0%	17	33,0%
	Transporte	0	0,0%	1	4,0%	1	10,0%	2	4,0%
	Versátil	0	0,0%	2	8,0%	1	10,0%	3	6,0%
TECNOLOGÍA PRINCIPAL	Almacenamiento de energía	2	13,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	4,0%
	Gestión energética y de recursos	9	56,0%	14	56,0%	7	70,0%	30	59,0%
	Materiales y equipos	2	13,0%	8	32,0%	3	30,0%	13	25,0%
	Valorización de residuos	1	6,0%	2	8,0%	0	0,0%	3	6,0%
	DHC's	1	6,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,0%
	nZEB/PED	1	6,0%	1	4,0%	0	0,0%	2	4,0%

Tabla 13: Proyectos seleccionados del programa RETOS en función del sector de aplicación y la tecnología principal desarrollada (Fuente: elaboración propia)

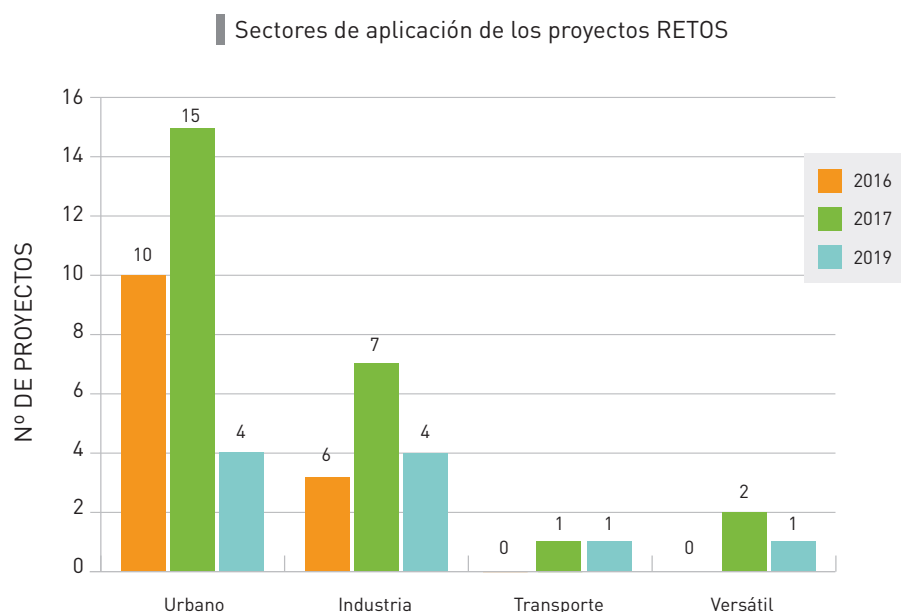


Figura 20. Clasificación de los proyectos del programa RETOS en función del sector de aplicación (Fuente: elaboración propia)

En la *Figura 20* se refleja la clasificación de proyectos según el sector en el que se aplican sus avances. De ella, se puede extraer que una caída de proyectos en 2019, especialmente en aquéllos cuyo objetivo de aplicación es el sector urbano, hasta el nivel de los de industria. Una posible explicación es la expectativa creada por la publicación del Green Deal y el impacto en el aumento de la disponibilidad presupuestaria de *H2020* para el sector urbano en la convocatoria de 2020 aunque, en principio, las ayudas son compatibles.

Respecto a proyectos *Versátiles*, cuyos avances son susceptibles de aplicarse a más de un sector, se han registrado muy pocos a causa de la especialización y focalización que muestran los proyectos a nivel nacional en cuanto a temática y objetivos.

En la *Figura 21*, se puede observar la clasificación de proyectos en función de la principal tecnología desarrollada.

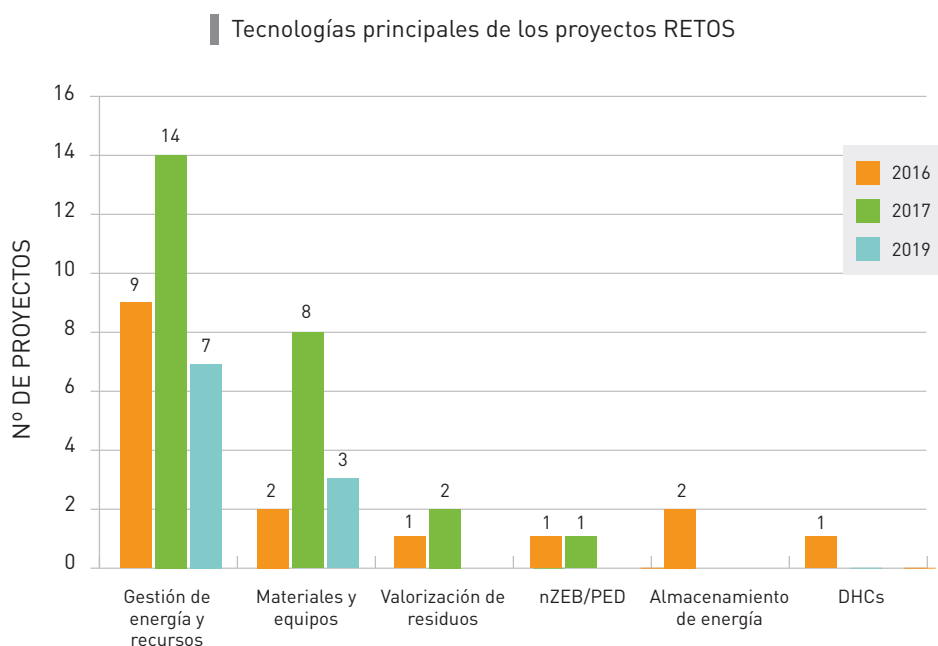


Figura 21. Clasificación de los proyectos del programa RETOS en función de la tecnología principal (Fuente: elaboración propia)

Tal y como se podía observar en la *Figura 16*, la *Figura 17* y la *Figura 18*, los proyectos más numerosos todos los años son los de Gestión de energía y recursos, seguidos de los de desarrollo de Materiales y Equipo. El resto de las categorías son prácticamente irrelevantes en número de proyectos.

Los proyectos de *RETOS*, al ser más pequeños en presupuesto y ambición que los *H2020*, trabajan por norma general en torno a una sola tecnología, y esto hace que existan, al contrario que en *H2020*, proyectos que investigan en exclusividad Sistemas de almacenamiento de energía. Estos proyectos suelen ser de almacenamiento de energía en redes eléctricas como *SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO: MODELOS DE OPTIMIZACIÓN PARA SU INTEGRACIÓN EN SMARTGRIDS*, desarrollado por la Universidad de Málaga, o de almacenamiento térmico como *SOLUCIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA BASADAS EN CEMENTO Y HORMIGÓN*, que está investigando el Centro de Física de Materiales del CSIC.

Por la misma razón presupuestaria, proyectos relacionados con DHCs y PEDs son escasos en *RETOS*. Son investigaciones que engloban un elevado número de tecnologías diferentes y que, por ende, requieren de la colaboración de expertos en diferentes materias, lo que eleva el presupuesto enormemente, aspecto no muy factible en *RETOS*. Solo se ha encontrado un proyecto colaborativo que trata los DHCs⁸.

4.2.3 Presupuestos de los proyectos

En la *Tabla 14* se recogen las ayudas concedidas por el Programa *RETOS* durante el periodo estudiado. La información disponible del programa no especifica el presupuesto total de los proyectos que subvencionan, sólo el importe de la ayuda que les conceden.

La ayuda media es de 0,75 M€ en las dos primeras convocatorias y se eleva a 0,82 M€ en la de 2019.

AÑO	2016	2017	2019	TOTAL
Proyectos seleccionados	16	25	10	51
Ayuda concedida	12.043.261 €	19.546.795 €	8.201.690 €	39.791.746 €

Tabla 14. Ayuda total de los proyectos del Programa *RETOS* considerados en el Estudio (fuente: elaboración propia)

En la *Tabla 15*, se desglosan los presupuestos anuales en relación con el sector de aplicación de los proyectos. Los datos globales están representados en la *Figura 22*.

AÑO	2016	2017	2019	TOTAL
Urbano	8.448.617 €	10.989.295 €	3.044.505 €	22.482.417 €
Industrial	3.954.644 €	6.178.322 €	4.290.287 €	14.063.253 €
Transporte	0 €	956.955 €	375.708 €	1.332.663 €
Versátil	0 €	1.422.223 €	491.190 €	1.913.413 €
Total	12.043.261 €	19.546.795 €	8.201.690 €	39.791.746 €

Tabla 15. Ayuda concedida por sector de aplicación por el Programa *RETOS* (fuente: elaboración propia)

8- Desarrollo de un Gestor Inteligente de Redes Térmicas.

Por sectores, los promedios de las ayudas oscilan entre 0,82 M€ para industria y 0,64 M€ en Transporte, muy cercanos a la media global que está en 0,76 M€. Así mismo, y salvo en el sector urbano, los promedios están bastante centrados entre máximos y mínimos, lo que da idea de una distribución bastante regular. El máximo especialmente alejado del promedio que se ve en el sector Urbano Transporte está causado por los proyectos colaborativos que, si bien son inferiores en número a los individuales, a nivel presupuestario pueden duplicar o triplicar la ayuda media de los individuales.

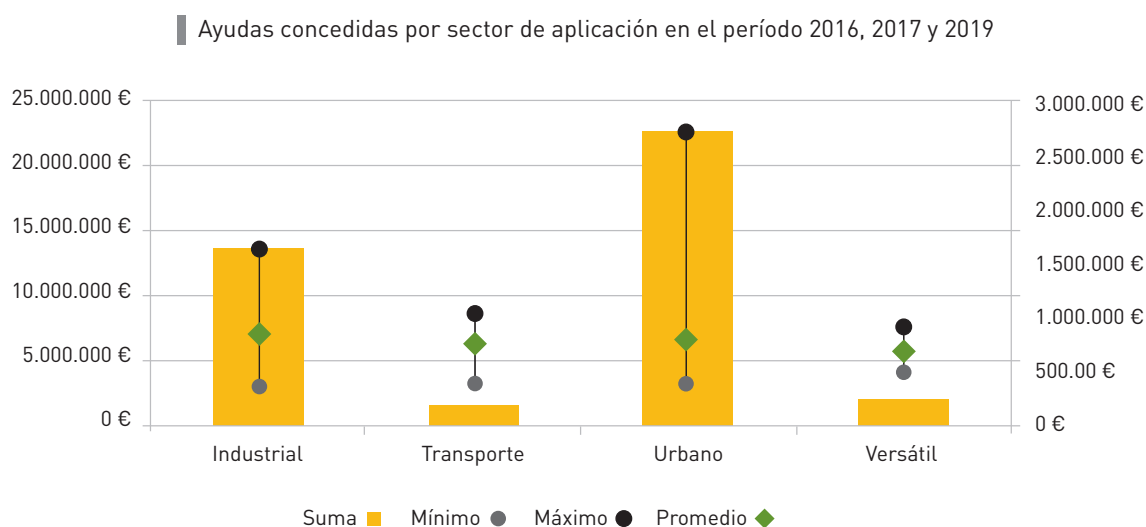


Figura 22. Ayudas concedidas por sector de aplicación en el periodo 2016-2019 por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)

Por el reducido número de *Versátiles* y de *Transporte*, cualquier análisis más allá de que su ayuda media es similar a la global, no sería representativo.

También se han desglosado las ayudas concedidas en función de la tecnología principal desarrollada. Los datos se pueden ver en la *Tabla 16* y representados en la *Figura 23*.

AÑO	2016	2017	2019	TOTAL
Almacenamiento de energía	1.471.186 €	0 €	0 €	1.471.186 €
Gestión energética y de recursos	5.674.928 €	10.290.418 €	5.634.943 €	21.600.290 €
Materiales y equipos	3.144.552 €	5.381.606 €	2.566.746 €	11.092.904 €
Valoración de residuos	280.989 €	1.558.888 €	0 €	1.839.878 €
DHC's	873.828 €	0 €	0 €	873.828 €
nZEB/PED	597.778 €	2.315.883 €	0 €	2.913.661 €
Total	12.043.261 €	19.546.795 €	8.201.690 €	39.791.746 €

Tabla 16. Ayuda concedida por tecnología principal por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)

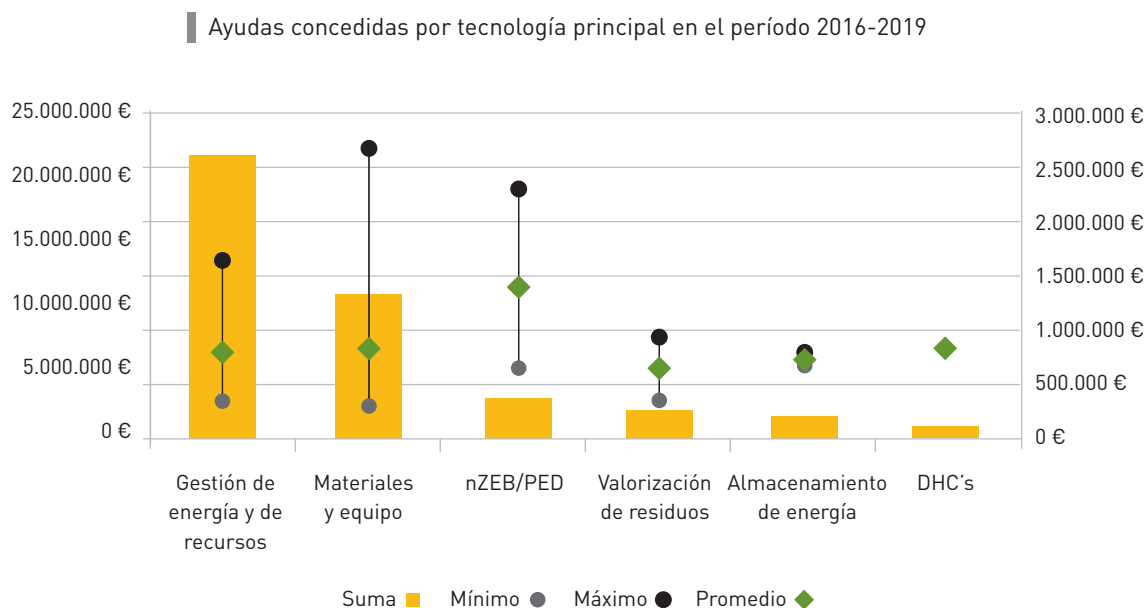


Figura 23. Ayudas concedidas por tecnología desarrollada en el periodo 2016-2019 por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)

Hay cuatro categorías que no alcanzan los 3-M€ de ayudas sumando las tres convocatorias, y solo una de ellas - nZEB/PED – alcanza una media superior a 1 M€. La conclusión inmediata es que las otras tres son categorías que despiertan muy poco interés a nivel nacional, o que las prescripciones del programa RETOS no facilitan el desarrollo de este tipo de proyectos, en contraposición a lo observado en los proyectos del Programa H2020.

Gestión energética y de recursos y Almacenamiento de energía se llevan la mayor parte de las ayudas, no tanto por el valor medio que alcanzan sino por el número de proyectos que se encuadran en estas categorías. Entre ellos, destaca ENERGYSIS dedicado a desarrollar módulos habitacionales transportables y energéticamente autónomos.

Los proyectos de Gestión de energía y recursos presentan un perfil similar al que se da en el Programa H2020: la mayoría de estos proyectos son relativamente pequeños en comparación con el resto del RETOS, y solo hay 5 de los 30 que superan 1 M€ de ayuda. SMARTPACK, de la convocatoria 2019, es el que mayor ayuda recibe (1,6 M€) del que se dispone de poca información, más allá de que se centra en optimización de líneas de embalado.

4.2.4 Análisis de los resultados

Por el cambio en la metodología de selección y la simplificación de clasificación de los proyectos, no se pueden hacer comparaciones entre los resultados de la Edición de 2020 y la presente Edición del Estudio de Tendencias. A cambio, es más sencillo obtener una visión global de las tendencias en I+D+i en eficiencia energética del programa RETOS, y del conjunto de la actividad de las entidades españolas en el conjunto de los tres programas analizados.

Las conclusiones más importantes que se derivan del análisis de la información obtenida se indican seguidamente:

- Las restricciones impuestas a la selección de proyectos para esta Edición hacen que se reduzca significativamente el número de proyectos sujetos a estudio, a cambio de tener mayor certeza en los datos resultantes, que sean más significativos, así como eliminar la categoría de sector de aplicación "Indefinido", que no aportaba información práctica.
- Aunque se incluye la distribución por "Áreas de Conocimiento y Convocatoria", no se pueden extraer

conclusiones ya que, para la convocatoria de 2019, la Agencia Estatal de Investigación modificó las categorías utilizadas en las convocatorias de 2016 y 2017, es decir, no se pueden ver con claridad las áreas de mayor interés para los participantes en *RETOS* para eficiencia energética.

- Las tecnologías que más interesa desarrollar son las relacionadas con la Gestión de la Energía y de los recursos, que concentran el 59% de los proyectos, seguida por Materiales y Equipos, con el 25%.
- El entorno urbano es el de aplicación mayoritaria, con el 57% de los proyectos. La industria le sigue con el 33%, siendo muy reducido el número de proyectos enfocados al transporte, o que son aplicables a más de un sector.
- En 2019 se observa una caída en el número de proyectos orientados al entorno urbano, que induce una caída en el número total de proyectos del año. La causa pudo ser la buena expectativa que presentaba *H2020* en sus convocatorias de 2020, derivadas de la publicación del Green Deal en noviembre de 2019.
- Las ayudas obtenidas totalizan casi 40 M€, y las cantidades medias por proyecto son muy similares en las tres convocatorias, que oscilan entre 0,75 M€ y 0,82 M€ por proyecto.
- La anterior homogeneidad de las ayudas a los proyectos por años, no se da en cuanto a los sectores objetivo. El ámbito urbano es el que más ayudas recibe; siempre por encima de la mitad del total de cada año. La industria recibe algo más de un tercio, mientras que las ayudas a proyectos en el ámbito de transporte son testimoniales. En *RETOS*, los proyectos de eficiencia energética no se orientan al transporte, o bien este sector persigue la descarbonización por otros medios (como la introducción de renovables).
- Las ayudas por proyecto no reducidas en general. De los 51 proyectos estudiados, solo 5 superan 1 M€ de ayuda, con un máximo de 1, M€.

4.3 CDTI

4.3.1 Proyectos seleccionados

Los proyectos seleccionados se encuentran disponibles en la base datos a la que se puede acceder en la página web de la PTE-ee.

Para la presente edición, se han eliminado doce proyectos de los años 2016 (5), 2017 (3) y 2019 (4). La lista y el motivo de la eliminación se puede consultar en el Anexo II. Proyectos CDTI eliminados para la edición de 2022. En la *Tabla 17* están recogidas las cifras de los expedientes de ayuda y los relacionados con los proyectos seleccionados.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Expedientes de ayuda	1.570	1.493	1.780	1.666	1.625	1.808	9.942
Expedientes seleccionados	68	56	68	47	63	65	367
Proyectos unificados seleccionados	45	48	42	42	31	27	236
Proyectos individuales seleccionados	37	46	34	39	24	20	200
Proyectos colaborativos seleccionados	9	2	8	3	7	7	36

Tabla 17. Proyectos seleccionados de los programas de ayudas de CDTI (Fuente: elaboración propia)

Al igual que ocurre con los proyectos *RETOS*, se ha conseguido poca información adicional a la facilitada por el CDTI. Por ello, se analizarán los proyectos usando la clasificación del CDTI y la Clasificación Propia basándose en el título de cada uno.

4.3.2 Clasificación de proyectos

■ Número de proyectos CDTI seleccionados por área sectorial de nivel 1

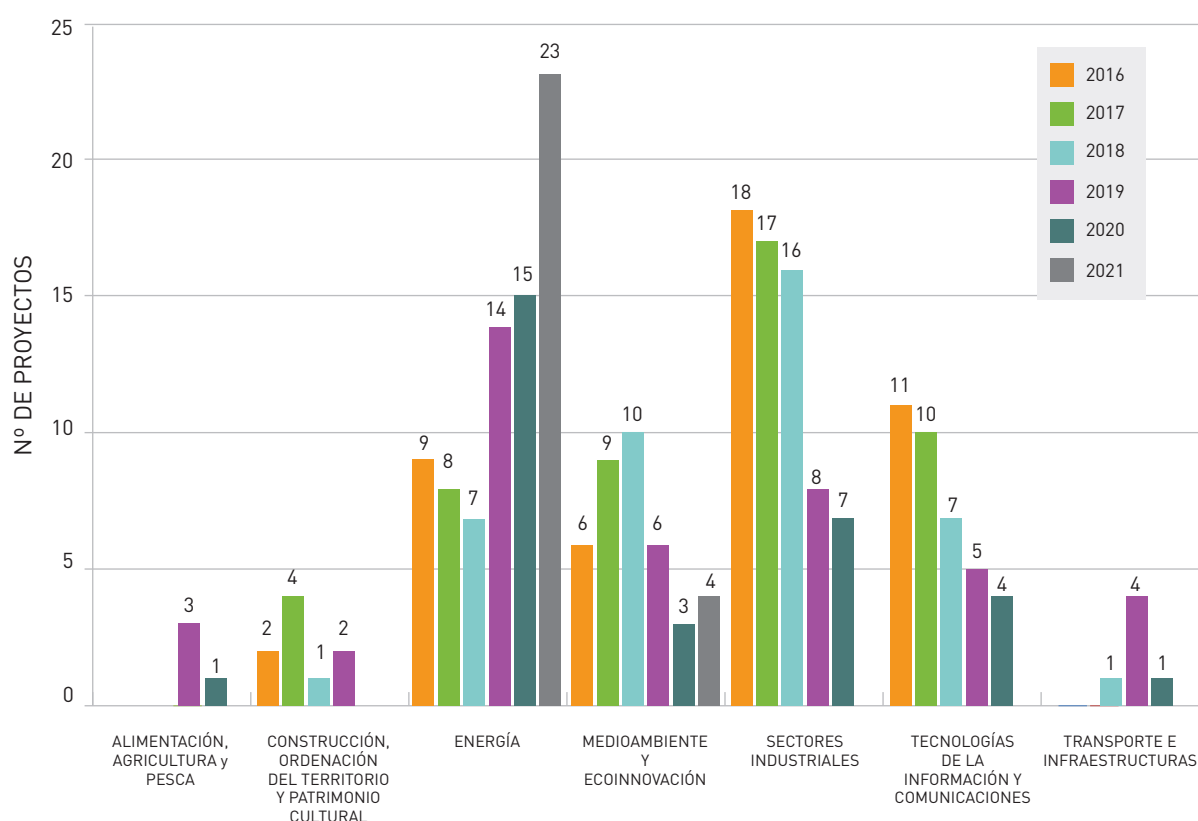


Figura 24. Clasificación de los proyectos aprobados por el CDTI en función de su área sectorial de nivel 1 (fuente: elaboración propia)

En la *Figura 24*, se representa la distribución de proyectos según la clasificación del CDTI en función del área sectorial en el que se desarrollan. Las áreas principales, que recogen un mayor número de proyectos, son la de *Energía* (tendencia creciente), *Medio ambiente y ecoinnovación* (sin tendencia clara), *Sectores industriales* y *Tecnologías de la Información y comunicaciones* (TIC); estos dos últimos menguantes, hasta el punto de no tener representación en 2021.

Los proyectos de eficiencia energética de *Alimentación, Agricultura y Pesca* no aparecen hasta 2019, y en bajo número. Esto ocurre porque las mejoras en eficiencia energética se buscan sobre todo en el plano industrial y en los procesos de producción, así como en la gestión energética de las plantas y, en el caso de las industrias alimentarias, en los procesos de refrigeración para la conservación de alimentos, por lo que los proyectos se encuentran en otras áreas sectoriales.

En el área de *Construcción, ordenación del territorio y patrimonio cultural*, es difícil determinar una tendencia, ya que el número de proyectos es muy pequeño y varía de forma errática, salvo que no aparecen en 2020 y 2021.

En el área de *Transporte e Infraestructura*, solo hay proyectos en 2018, 2019 y 2020, y en tan pequeña cantidad que no se observa tendencia clara.

El interés por los proyectos de *Medio ambiente y ecoinnovación*, centrados en la prevención de la contaminación, ha disminuido en el último bienio confirmando la tendencia descendente iniciada en 2019. La reducción de la contaminación y de los residuos es una necesidad presente en los planes de desarrollo sostenible, por lo que es un poco sorprendente la caída en el interés en desarrollar proyectos de reciclado y economía circular, que son formas de eficiencia energética a medio y largo plazo.

Se consolida el crecimiento en el área de *Energía*, que se presumía en la edición anterior, y que apunta a una aceleración.

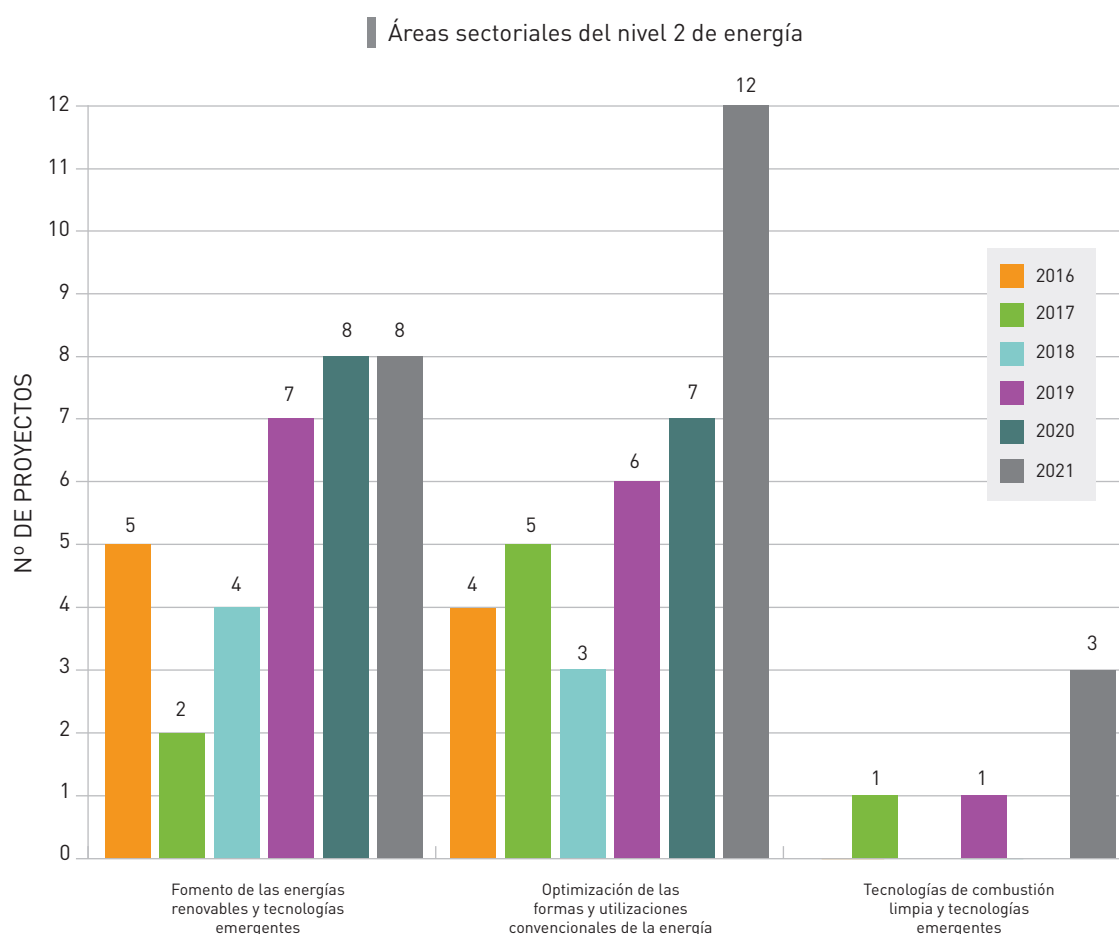


Figura 25. Clasificación de los proyectos del área sectorial Energía en sus áreas sectoriales de nivel 2 (fuente: elaboración propia)

Mientras los proyectos de *Energía* crecen, los de *Sectores Industriales* y *TIC* disminuyen consolidando la tendencia anterior.

Para entender mejor la evolución de la categoría *Energía*, se ha analizado la tendencia de sus áreas sectoriales de nivel 2.

En la Figura 25, se muestra la evolución en el número de proyectos presentes en cada área sectorial de nivel 2 del área de *Energía*. La tendencia anterior se consolida y la mayor parte de los proyectos de mejora de la eficiencia energética se engloban en el *fomento de las renovables* y en la *optimización de las formas y el uso de las formas convencionales de energía*, y aparecen algunos proyectos dentro del área de *Tecnologías de combustión limpia y tecnologías emergentes*, tendencia que habrá que esperar si se consolida en el futuro. Aspecto este di-

fácil por la barrera que supone la aplicación del principio DNSH en la elegibilidad de proyectos para ayudas con fondos europeos.

El número de proyectos de *Optimización* ha crecido de forma notable en 2020 y 2021, mientras que los proyectos de Fomento de las energías renovables presentan una tendencia a la estabilización tras el crecimiento producido en 2018 y 2019, que probablemente se debiera a la reducción del coste de los paneles fotovoltaicos.

Áreas sectoriales del nivel 2 de Sectores Industriales

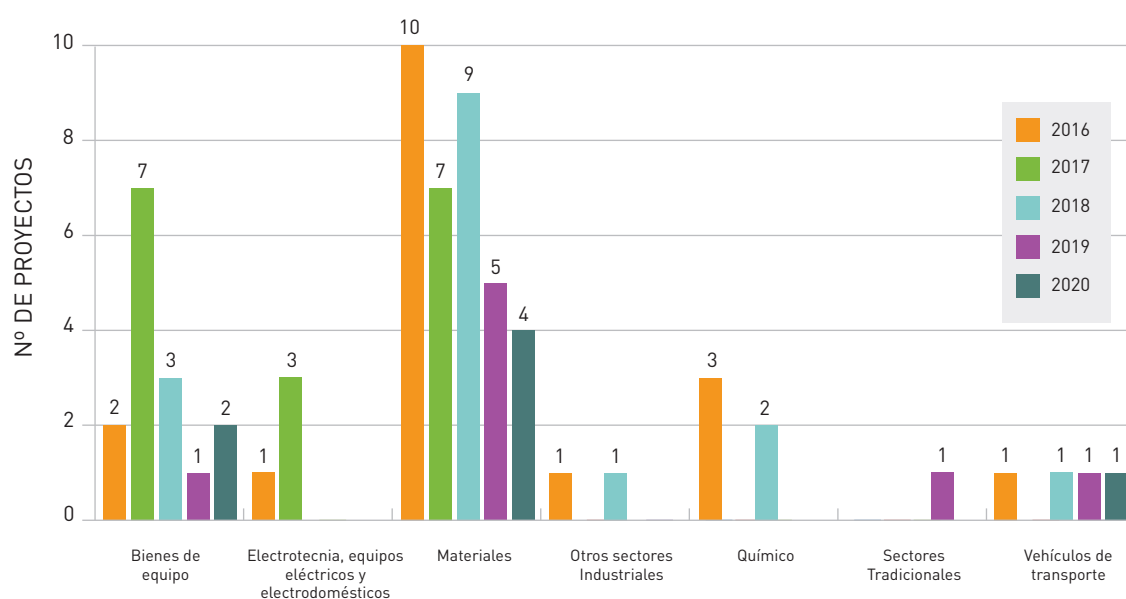


Figura 26. Clasificación de los proyectos del área sectorial de nivel 1 de Sectores industriales en sus áreas sectoriales de nivel 2 (fuente: elaboración propia)

Áreas sectoriales del nivel 2 de Tecnologías de la Información y Comunicaciones

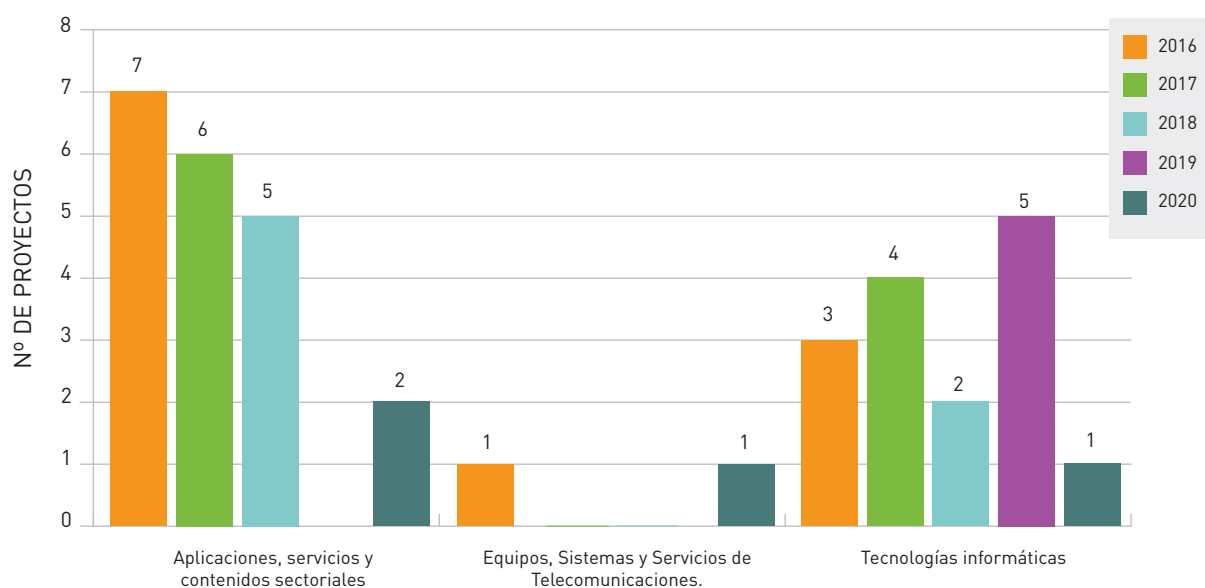


Figura 27. Clasificación de los proyectos del área sectorial de nivel 1 de TIC en sus áreas sectoriales de nivel 2 (fuente: elaboración propia)

En la *Figura 26* se muestra la evolución del número de proyectos de cada subárea de los Sectores Industriales. Las únicas áreas que destacan y que presentan proyectos casi todos los años son *Bienes de equipo y Materiales*; esta última, que es la más numerosa, tiende a la reducción.

En la *Figura 27*, se muestra la evolución en el número de proyectos presentes en cada área sectorial de nivel 2 del área de *TIC*. De las tres áreas de nivel 2 presentes, la de *Equipos, Sistemas y Servicios de Telecomunicaciones* es irrelevante por número de proyectos.

El área de nivel 2 de *Aplicaciones, servicios y contenidos sectoriales* presenta el mayor número de proyectos en 2016, pero con una tendencia negativa muy clara.

Por su parte, el área de nivel 2 de Tecnologías informáticas no define una tendencia, con máximos y mínimos sucesivos.

La reducción en el número de proyectos del área de *TIC*, que empezó con 12 proyectos en 2016 y terminó con ninguno en 2021, resulta extraña, ya que el sector de la energía avanza hacia modelos SMART y a un mayor grado de comunicación, persiguiendo, entre otras cosas, mejorar la relación entre oferta (generación) y demanda (consumo). Sin embargo, este tipo de proyectos no ha desaparecido, sino que se incluye en otra área, como *Transporte e Infraestructura o Energía*. Esto es debido al sistema de clasificación por áreas sectoriales empleado por el CDTI.

Esto genera serias dificultades a la hora de establecer tendencias de I+D+i, ya que una misma tecnología puede estar siendo investigada en diferentes áreas sectoriales. En palabras del CDTI: *Los proyectos de eficiencia energética son multisectoriales y con tecnologías de desarrollo de carácter horizontal, por lo que el código sectorial aplicado normalmente será "energía" si bien excepcionalmente puede existir una actuación técnica particular que lleve a incluir el proyecto en otro sector, más ajustado a sus objetivos técnicos concretos.*

Para esto, se empleó la Clasificación Propia creada para este Estudio, basada en el sector de aplicación y la tecnología principal desarrollada, y se eliminaron algunos proyectos (ver Anexo II. Proyectos CDTI eliminados para la edición de 2022.). Los resultados se encuentran recogidos en la *Tabla 18*.

AÑO		2016		2017		2018		2019		2020		2021		GLOBAL	
PROYECTOS TOTALES		46		48		42		42		31		27		236	
SECTOR APLICACIÓN	Urbano	11	24%	5	10%	10	24%	5	12%	12	39%	7	26%	50	17%
	Industria	15	33%	27	56%	20	48%	16	38%	7	23%	7	26%	92	44%
	Transporte	3	7%	4	8%	5	12%	10	24%	5	16%	1	4%	28	11%
	Versátil	17	37%	12	25%	7	17%	11	26%	7	23%	12	44%	66	26%
TECNOLOGÍA PRINCIPAL	Almacenamiento de energía	1	2%	0	0%	1	2%	2	5%	1	3%	3	11%	8	2%
	Gestión energética y de recursos	17	37%	20	42%	15	36%	21	50%	20	65%	11	41%	104	41%
	Materiales y equipos	13	28%	13	27%	15	36%	11	26%	5	16%	9	33%	66	28%
	Valorización de residuos	15	33%	13	27%	11	26%	8	19%	5	16%	4	15%	56	28%
	DHC's	0	0%	2	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	1%
	nZEB/PED	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Tabla 18. Proyectos seleccionados en función del sector y la tecnología principal de los programas de ayudas del CDTI (Fuente: elaboración propia con datos CDTI)

Gracias a que los títulos son un poco más precisos a la hora de presentar los proyectos, ningún proyecto quedó como indefinido. La *Tabla 18* está representada en las siguientes figuras:

En la *Figura 28*, se puede observar que existía hasta 2019 una predominancia de los proyectos de mejora de la eficiencia energética en el plano *Industrial*, que se ha visto difuminada en los dos últimos años, en los del ámbito urbano, como ya se podía inferir de la *Figura 24*.

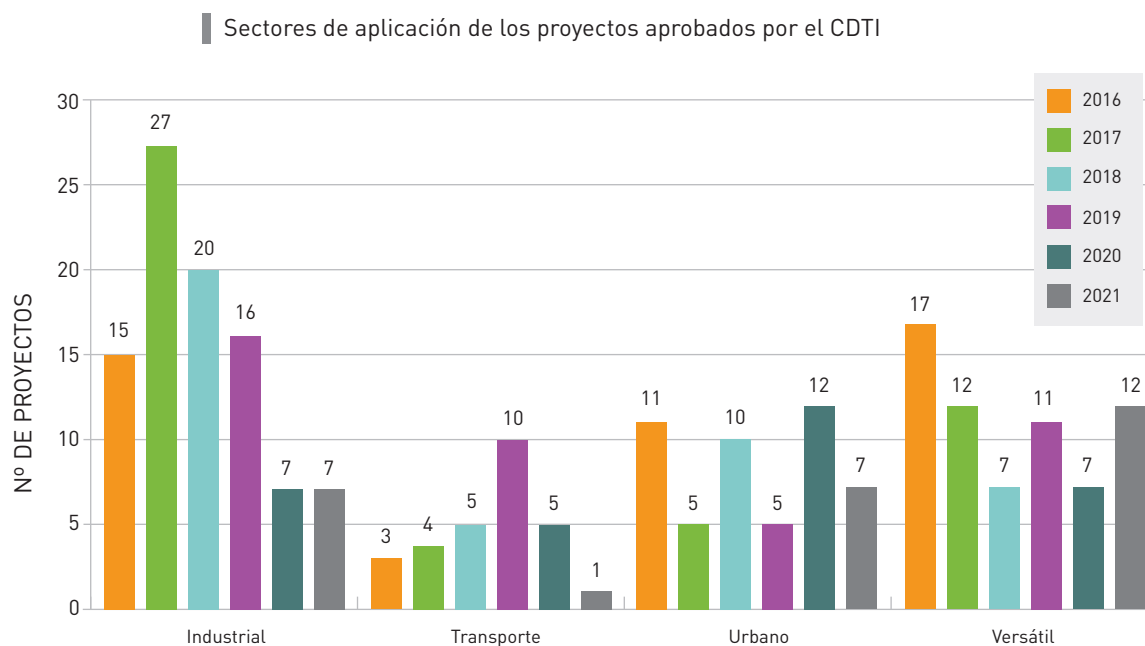


Figura 28. Clasificación de los proyectos aprobados por el CDTI en función del sector de aplicación (fuente: elaboración propia)

De manera más marcada, se ve una recesión en el número de proyectos dedicados al sector del Transporte, que invierte la tendencia observada hasta 2019.

Los proyectos aplicables a más de un sector, que se han denominado Versátiles, presentan altibajos dentro de la banda de 7 a 12 proyectos por año.

Respecto al sector *Urbano*, parece que se alternan años con un número elevado de proyectos con años de escaso número, como si de una función sinusoidal amortiguada se tratase. Esto último, que parecía una conjetura en la Edición 2020, parece que se mantiene igual dos años después.

Lo que queda claro es que el interés de las empresas en la eficiencia energética no señala claramente a ningún sector particular que, en cualquier caso, no es por el sector *Transporte*. Esta situación es distinta de la observada en *RETOS* y *H2020*, donde la eficiencia energética en el sector urbano es un tema con mayor relevancia. Este fenómeno se podría explicar como una consecuencia del tipo de entidades que solicitan ayuda a CDTI, que son principalmente de carácter privado, mientras que en *RETOS* y *H2020* hay mayor proporción de solicitantes de carácter público. Esto se tratará en mayor profundidad en el epígrafe 4.4.4.

En la *Figura 29*, se recogen los proyectos de cada año en función de la tecnología principal desarrollada y, lo primero llama la atención es, una vez más, y al contrario que en *RETOS*, el reducido número de proyectos relacionados con tecnologías de Almacenamiento⁹.

9- En este Estudio, la PTE-ee ha buscado proyectos que mejoren la eficiencia de los procesos, sistemas y equipos y no sistemas de almacenamiento de energía en sí mismos, que son ámbito de otras Plataformas Tecnológicas, en particular Batteryplat y PTE-HPC.

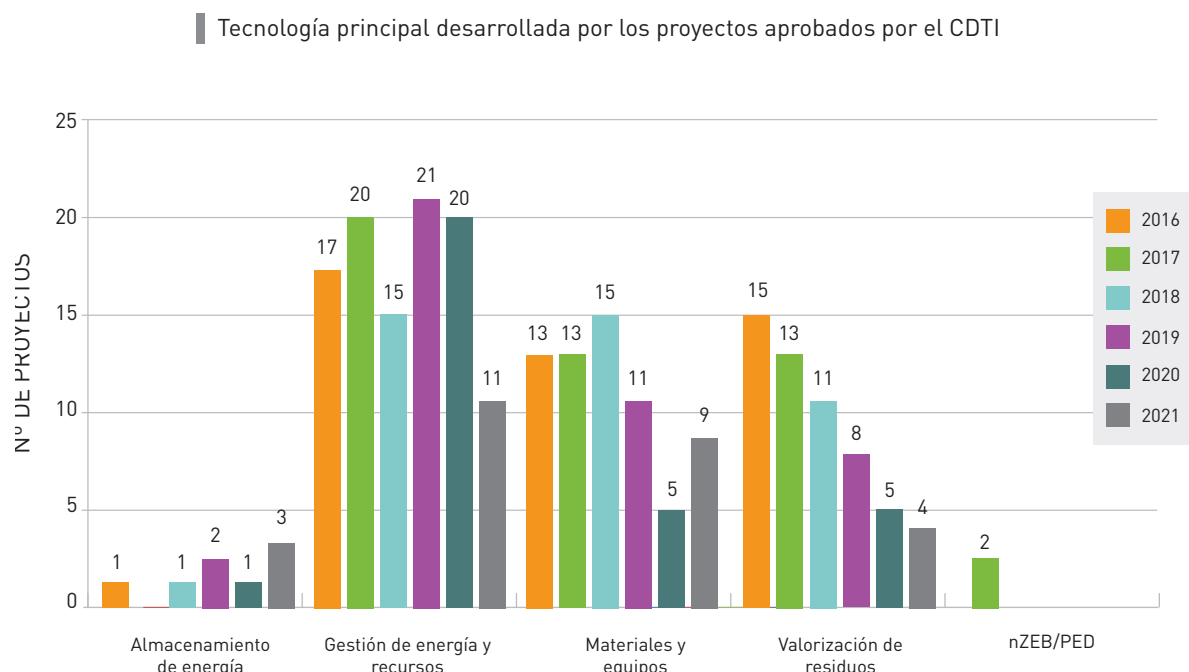


Figura 29. Clasificación de los proyectos aprobados por el CDTI en función de la tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)

proyectos a nivel europeo, los proyectos nacionales, tanto del programa *RETOS* como los apoyados por el CDTI, cuentan con un número de colaboradores y un presupuesto bastante más reducido, dando lugar a proyectos más pequeños. Puesto que los proyectos de *DHC* y *nZEB* incluyen un gran número de tecnologías, se requieren proyectos grandes, de elevado presupuesto, éste es el principal impedimento para que se puedan llevar a cabo a nivel nacional.

Los proyectos de desarrollo de tecnologías de *Gestión de energía y de recursos* son los más numerosos en el balance global, pero presentan una evolución a la baja en el último bienio.

Los proyectos de desarrollo de *Materiales y Equipos* han salido de la senda de la estabilidad en los dos últimos años y no se ve una tendencia clara en el futuro. Por último, los proyectos de *Valorización de residuos* mantienen la tendencia decreciente marcada en el Estudio publicado en 2020.

4.3.3 Presupuesto de los proyectos

La *Tabla 19* recoge las ayudas concedidas por CDTI a los proyectos seleccionados. En ella se ve que el CDTI concede una intensidad de ayuda menor que *H2020*. Por otro lado, no se aprecia ninguna correlación directa o inversa entre el número de proyectos, su presupuesto, y la intensidad de ayuda.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GLOBAL
Proyectos seleccionados	49	48	42	42	31	27	236
Presupuesto total acumulado	34.442	40.948	39.959	33.251	43.584	53.022	245.186
Ayuda concedida	22.675	30.005	29.463	25.615	31.545	36.033	175.335
Intensidad de la ayuda	66%	73%	74%	77%	72%	68%	72%

Tabla 19. Presupuesto y ayuda total de los proyectos subvencionados por el CDTI considerados en el Estudio en millares de € (fuente: elaboración propia)

Los presupuestos y la ayuda concedida se estudiaron en función del sector de aplicación de los proyectos. Los datos anuales y globales se encuentran en la *Tabla 20* y la *Tabla 21*, y los globales están representados en la *Figura 30* y la *Figura 31*.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GLOBAL
Urbano	6.397	2.637	7.379	5.395	5.459	3.604	30.871
Industrial	13.304	21.714	21.147	14.042	17.032	22.251	109.490
Transporte	1.135	2.555	2.067	4.438	10.755	661	21.611
Versátil	13.606	14.042	9.366	9.376	10.338	26.486	83.214
Total	34.442	40.948	39.959	33.251	43.584	53.003	245.186

Tabla 20. Presupuestos anuales por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI en millares de € (fuente: elaboración propia)

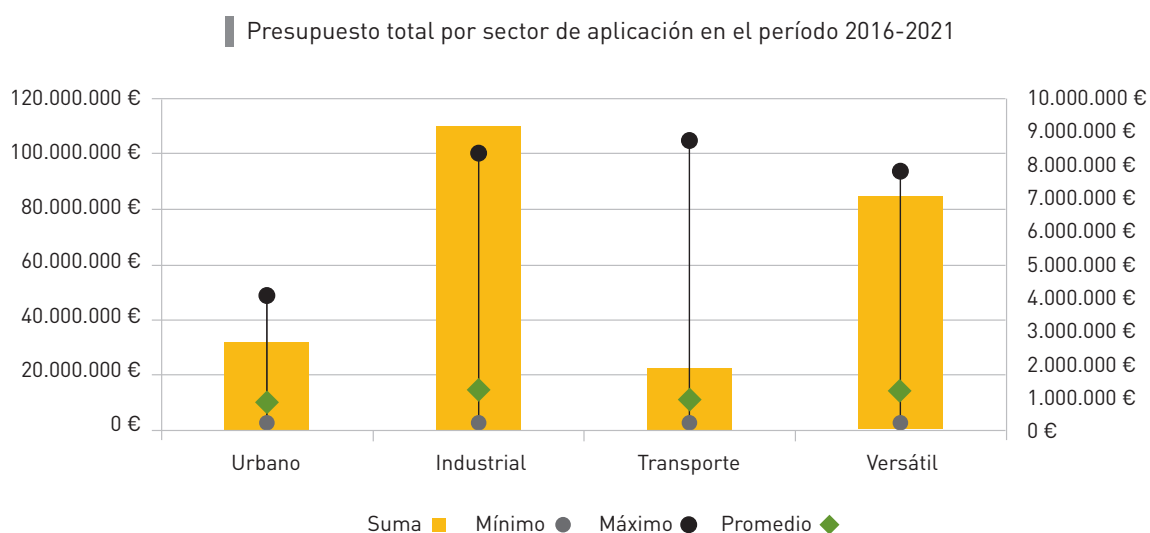


Figura 30. Presupuesto total por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)

En comparación con la imagen de la Edición del año 2020, los valores medios son similares, pero aparecen proyectos de mayor tamaño, especialmente en el ámbito del transporte, pasando de 1,2 a 7,8 M€.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	GLOBAL
Urbano	4.526	1.851	4.753	5.041	3.633	2.735	22.539
Industrial	8.889	15.734	16.290	10.914	11.763	15.323	78.912
Transporte	790	1.660	1.589	3.114	7.417	383	14.952
Versátil	8.469	10.760	6.831	6.547	8.732	17.592	58.931
Total	22.675	30.005	29.463	25.615	31.545	36.033	175.335

Tabla 21. Ayudas concedidas anuales por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI en millares de € (fuente: elaboración propia)

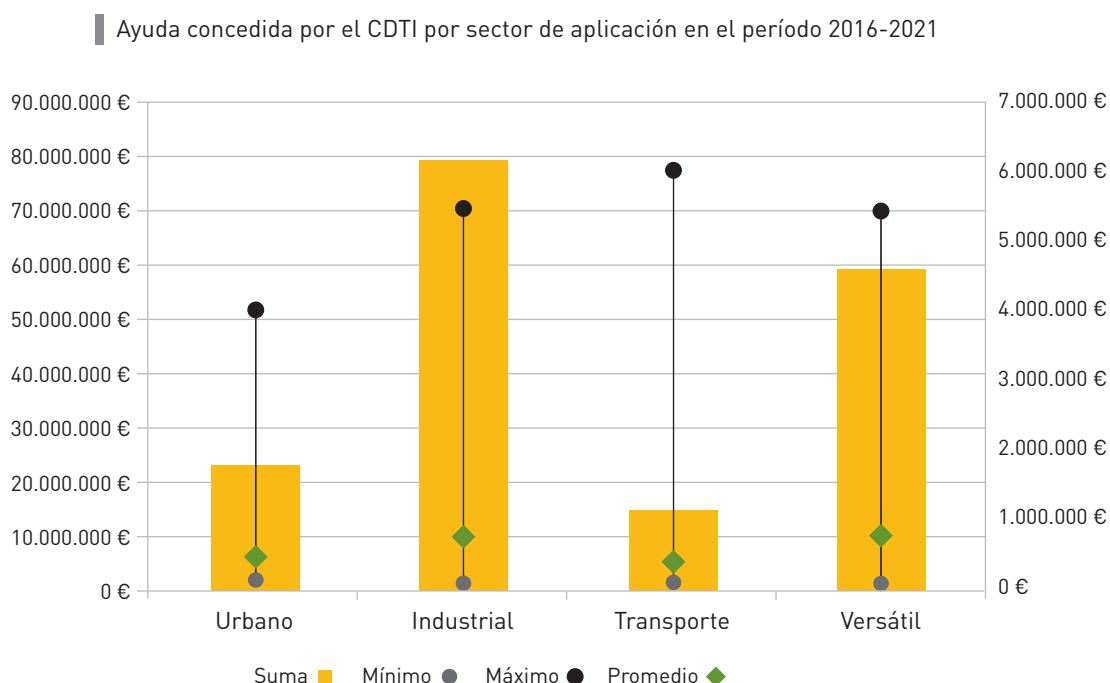


Figura 31. Ayuda concedida total por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)

En este caso, las categorías con mayor número de proyectos cuentan con un mayor volumen de presupuesto. Esta relación se puede dar por probada porque se tiene un número de proyectos muy elevado en comparación con las otros programas de ayuda (236 proyectos frente a los 76 de H2020 y los 65 de RETOS), minimizando el impacto que pueden tener proyectos con un presupuesto anormalmente alto.

Todas las categorías tienen unos máximos muy elevado y un presupuesto promedio muy cercano al mínimo. Esto es muestra de que la mayoría de los proyectos, de carácter individual, tienen un presupuesto muy bajo, pero que existen varios proyectos colaborativos que reúnen presupuestos muy elevados.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Almacenamiento de energía	745	0	652	2.291	2.912	12.554	19.153
Gestión energética y de recursos	9.753	17.764	7.933	16.173	25.727	14.376	91.726
Materiales y equipos	12.108	15.820	13.730	11.411	2.953	5.228	61.248
Valoración de residuos	11.836	6.526	17.644	3.376	11.993	20.846	72.221
DHC's	0	0	0	0	0	0	0
nZEB/PED	0	838	0	0	0	0	838
Total	34.442	40.948	39.959	33.251	43.584	53.003	245.186

Tabla 22. Presupuestos anuales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI en millares de € (fuente: elaboración propia)

Presupuesto total de los proyectos del CDTI por tecnología principal en el período 2016-2021

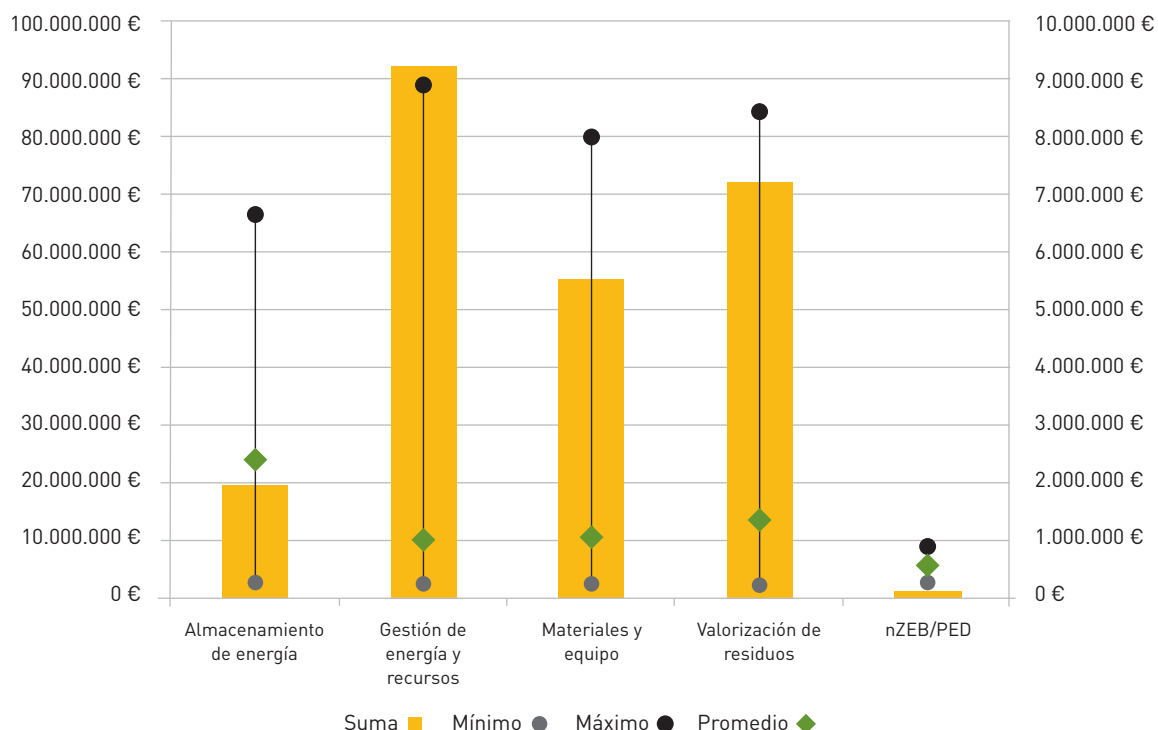


Figura 32. Presupuestos anuales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI en el periodo de estudio 2016-2021 (fuente: elaboración propia)

También se ha realizado un desglose de los presupuestos y las ayudas en función de la tecnología principal desarrollada, cuyos resultados se encuentran en la *Tabla 22* y la *Tabla 23*, y los datos totales se han representado en la *Figura 32* y la *Figura 33*.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Almacenamiento de energía	551	0	261	1.948	2.295	8.556	13.610
Gestión energética y de recursos	5.762	13.441	5.539	13.422	18.681	10.100	66.944
Materiales y equipos	8.578	11.382	10.265	7.735	2.362	4.254	44.577
Valoración de residuos	7.784	4.660	13.398	2.511	8.207	13.123	49.683
DHC's	0	0	0	0	0	0	0
nZEB/PED	0	520	0	0	0	0	520
Total	22.675	30.005	29.463	25.615	31.545	36.033	175.335

Tabla 23. Ayudas concedidas anuales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI en millares de € (fuente: elaboración propia)

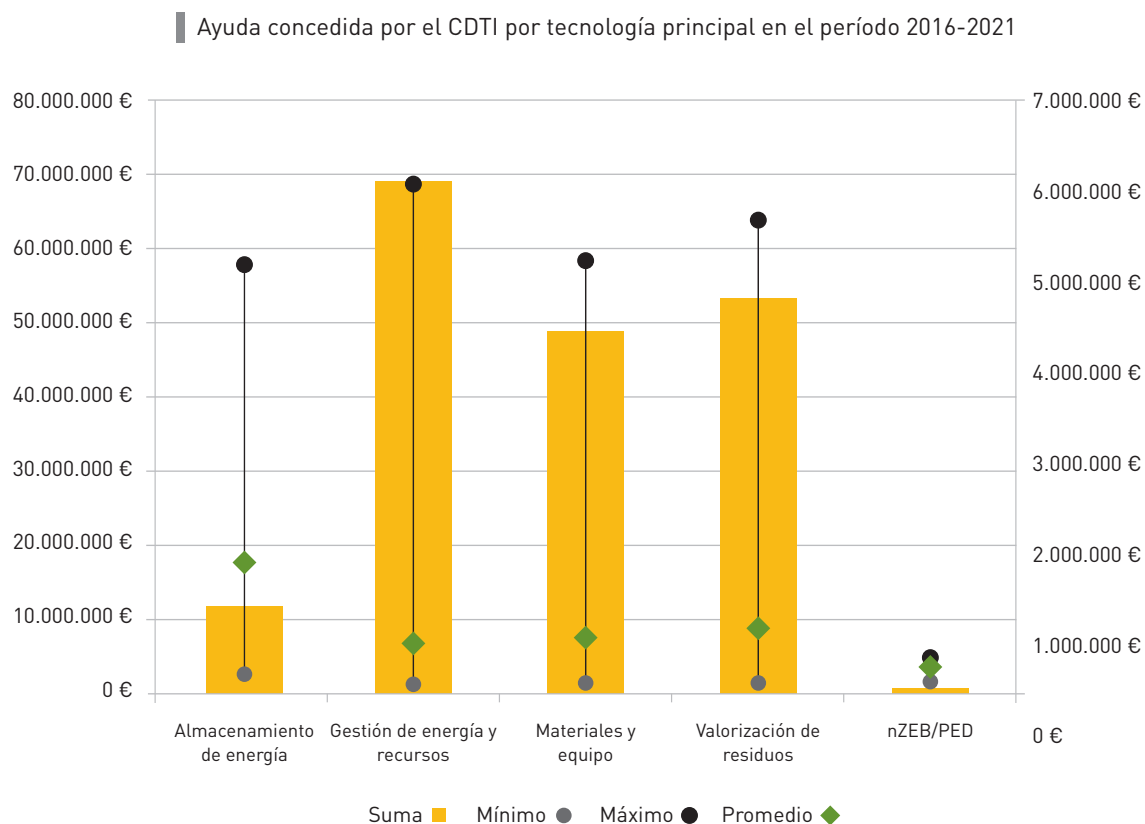


Figura 33. Ayudas concedidas totales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI en el periodo de estudio 2016-2019 (fuente: elaboración propia)

Lo más destacable respecto a la Edición de 2020 es el crecimiento del área de Almacenamiento, que ya se apuntaba entonces, y el incremento del importe máximo de los proyectos de las áreas de *Gestión energética y de recursos* y de *Valorización de Residuos*.

En lo referido a tecnologías principales, por el hecho de contar con un número muy superior que el resto, el presupuesto dedicado a *Gestión de energía y recursos* es el mayor, seguido por el de *Valorización de Residuos*, que ha adelantado al de *Materiales y equipo*, respecto a la Edición de 2020. Las ayudas medias son bastante similares, en torno a 1; € con la excepción de *Sistemas de almacenamiento*, que las dobla.

Respecto a los presupuestos máximos, ocurre lo mismo que con las categorías de los sectores de aplicación. Los proyectos colaborativos destacan mucho, ya que elevan el presupuesto máximo muy por encima del de los proyectos individuales, que son más numerosos, de forma que el presupuesto promedio está más cerca del presupuesto mínimo que del máximo.

4.3.4 Análisis de resultados

Se observa que, si bien el número de proyectos de 2020 y 2021 seleccionados se reduce notablemente, el número de entidades beneficiarias se mantiene en niveles semejantes a las del periodo 2016-2019, es decir, que los proyectos colaborativos del último bienio son más grandes y formados por más socios.

Tras clasificar los proyectos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Por sector de aplicación

- El último bienio deja ver que el sector de aplicación industrial ya no es el que más peso tiene, y es rebasado por el de edificios, aunque sin mucha claridad. Lo que se consolida es el número de proyectos que son aplicables a más de un sector. No obstante, en el cómputo global, la industria es el destino del 44% de los proyectos, frente al 17% para el sector de los edificios. El sector del transporte decae hasta un mínimo de un proyecto en 2021.

- A pesar de la predominancia de los proyectos del sector Industrial y la carencia de proyectos del sector *Urbano*, muchos proyectos ayudados por el CDTI se podrían aplicar a más de un sector: un 26% del total de proyectos se encuentran agrupados en el sector *Versátiles*. Ejemplo de este tipo de proyectos son *Eficiencia energética de infraestructuras a través del aprovechamiento de corrientes de aire residuales y Techos solares electroactivos energéticamente eficientes*, que pueden aplicarse tanto al sector *Urbano* como al *Industrial*.

- **Por tecnología principal:**

- Desciende el número de proyecto en todas las tecnologías de nivel 1, salvo la de Energía, con una clara tendencia al crecimiento. En concreto, los que crecen / se consolidan con fuerza son los de renovables y los de nuevas formas de utilización de la energía convencional, frente a la caída de tecnologías de combustión limpia, posiblemente, por la aplicación del principio DNSH.

- Ciertos sectores con importancia en el periodo 2016-2019, caen en picado, hasta no tener representación en 2021.

- Los proyectos de *Gestión de energía y recursos*, y los de *Materiales y equipos*, son los únicos que conservan vigor, notándose un decaimiento en los otros ámbitos.

- En lo referente a presupuestos y ayudas, la intensidad de éstas se mantiene en un 72% (subvención más crédito). Los sectores beneficiados por los proyectos que reciben más ayuda siguen siendo preferentemente el industrial (79 M€) y aquellos proyectos con resultados que aplican a más de un sector (59M€). Por tecnologías, los de Gestión de Energía (91 M€) y los de Valorización de residuos (72M€) son los que tiene mayor presupuesto en conjunto y más volumen de ayudas (67 y 50 M€) respectivamente.

4.4 Comparación de los programas de ayudas

La comparación se realiza partiendo de los criterios **sector de aplicación, tecnología principal desarrollada, ayuda pública y tipo de entidad solicitante**, que son los únicos aspectos de los proyectos de los que se tiene la misma información en todas las fuentes. Debido a la divergencia en el número de proyectos seleccionados de cada programa de ayuda, y en cada año de estudio, en algunos apartados se ha decidido comparar cada programa en relación con los porcentajes de proyectos globales en lugar del número de proyectos.

4.4.1 Número de proyectos y presupuesto

Para realizar este análisis, se han creado intervalos de ayuda para asignar los proyectos a grupos discretos. Cada intervalo comprende los proyectos cuya ayuda se encuentra entre la cifra que marca el intervalo y la que marca el intervalo siguiente (por ejemplo, el grupo de 100.000 € incluye proyectos de entre 100.000 € y 200.000 €). Así mismo, para entender este análisis, es necesario conocer el número de proyectos de cada programa, recogidos en la *Tabla 4*, la *Tabla 12* y la *Tabla 17*. Con el objetivo de facilitar la comparación, se han recogido los datos globales y se han incluido en la *Tabla 24*.

En cuanto al número total de proyectos totales, *RETOS* es el que menos proyectos financia. Esto es consecuencia de que CDTI cuenta con más presupuesto y líneas de ayuda y, en el caso de *H2020*, los fondos vienen directamente de la Unión Europea, mientras que, en *RETOS* y CDTI, sólo en parte. Un presupuesto base mayor permite financiar más proyectos, aunque sean de mayor presupuesto.

PROGRAMA	H2020	RETOS	CDTI
Proyectos totales	34.020	968	9.942
Proyectos seleccionados	76	159	367
Proyectos unificados seleccionados	76	51	236
Proyectos individuales seleccionados	3	0	200
Proyectos colaborativos seleccionados	73	51	36

Tabla 24. Comparación del número de proyectos seleccionados por cada programa de ayudas (fuente: elaboración propia)

En lo referente a proyectos individuales y colaborativos, el caso de los proyectos *H2020* es algo especial, ya que en las listas de proyectos todas las entidades colaboradoras ya se encuentran unificadas bajo un único proyecto, de forma que hay proyectos colaborativos (el 96%) pero no partes de proyectos como en el caso de *RETOS* y *CDTI*.

En cuanto a *RETOS* todos los proyectos son colaborativos. Sin embargo, cada uno de ellos cuenta como mucho con dos o tres participantes (una media de 2), por lo que no se forman proyectos relativamente grandes en cuanto a número de entidades.

En contraposición, están los proyectos financiados por el *CDTI*: si bien solo el 15% de estos son colaborativos. Si bien el porcentaje de proyectos colaborativos es inferior que en *RETOS*, en cifras absolutas están en el mismo orden de magnitud dan lugar a proyectos colaborativos conformados por un elevado número de participantes,

Volumen de ayuda otorgada por cada programa

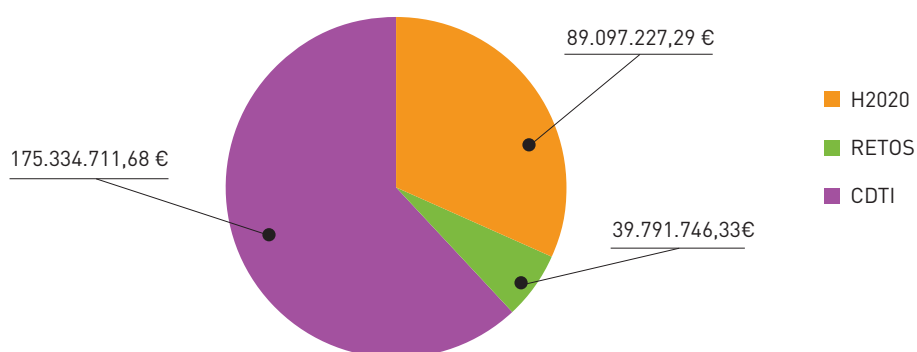


Figura 34. Volumen de ayuda otorgada por los programas de ayuda (fuente: elaboración propia)

desde dos hasta ocho, como es el caso del proyecto *MADURACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS EFICIENTES DE FABRICACIONES RÁPIDAS Y FLEXIBLES APLICADAS AL SECTOR DE LA MOVILIDAD* del año 2017.

Establecidas las diferencias entre el número de proyectos y su tamaño, se analizaron las ayudas otorgadas. Los resultados se encuentran en la *Figura 34*, la *Figura 35* y la *Figura 36*.

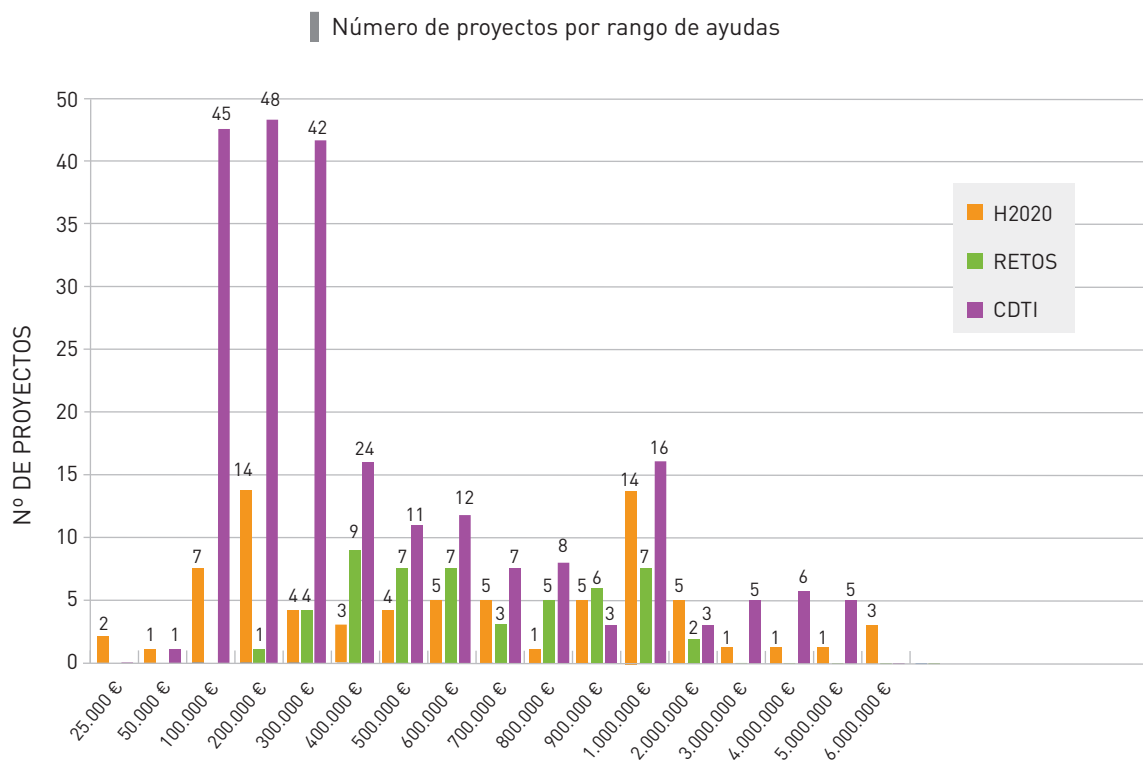


Figura 35. Número de proyectos por rango de ayuda otorgada (fuente: elaboración propia)

En la Figura 34, se indica el volumen total de ayudas otorgadas por cada Programa a los proyectos de eficiencia energética. El CDTI es el que más recursos otorga (entre créditos y subvenciones), y RETOS, el que menos. La proporción de CDTI sobre el total se mantiene respecto al periodo 2016-2019, mientras que la de RETOS crece a costa de la de H2020.

En la Figura 35 se muestran las ayudas otorgadas a los proyectos en los diferentes programas de ayuda. Respecto a la Edición 2020, se observa una extensión hacia ambos extremos de las ayudas de CDTI, es decir, que aparecen proyectos en todos los rangos de ayuda, aunque el rango más poblado, 63% de los proyectos, está entre los 100.000 y los 400.000 €.

H2020, que tenía niveles de ayuda de 1 M€ en adelante, en los dos últimos años ha ampliado mucho el rango hasta los 50.000 €, con un pico en 200.000 € y otro en 1 M€, ambos con 14 proyectos.

Por su parte, retos, se desplaza hacia el centro, con una distribución bastante regular entre los 400.000 € y 1 M€.

En la Figura 36 se han representado los porcentajes de los proyectos por programa, que reciben ayudas en los diferentes rangos, en forma de curva monótona. Esta visión da idea del rango de ayuda de cada programa con independencia del número de proyectos seleccionados de cada uno de ellos.

Se observa que la tendencia de H2020 ha sido tener más proyectos, pero con baja ayuda para socios españoles, mientras que la Edición de 2020 las ayudas eran casi siempre superiores a 1.000.000 €. Lo que sí mantienen es contar con las mayores ayudas a proyecto, y es el único programa que supera los 6 M€, hasta los 20 M€. Como ya se ha tratado, los proyectos de H2020 son grandes, abarcan un amplio espectro de tecnologías y campos de estudio no sólo tecnológicos, para lo que cuentan un número importante de colaboradores. Por ello, la mayoría de ellos son proyectos colaborativos, como se indica en la Tabla 24. Esto último, en realidad, es un requisito para participar en el Programa H2020, para de incentivar la colaboración internacional.

Por su parte, los proyectos de CDTI son más pequeños como media, y la mayoría se encuentran entre los 200.000 y 2 M€, aunque se llega a dar ayudas cercanas a los 6 M€.

Curvas monótonas de las ayudas otorgadas

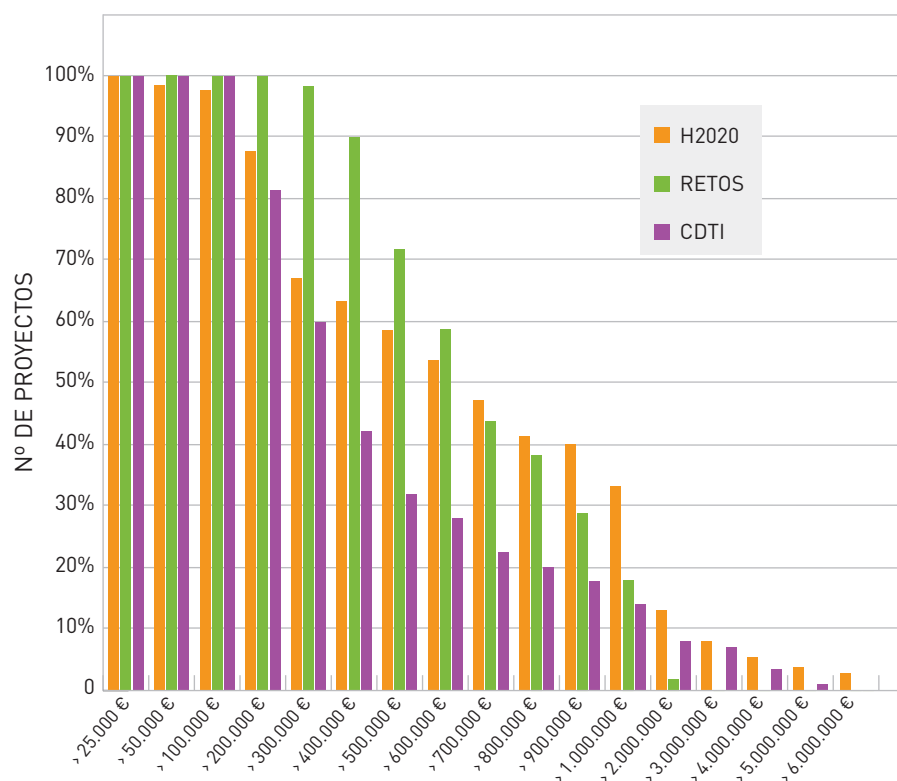


Figura 36. Curvas monótonas de ayudas acumuladas de los programas de ayudas (fuente: elaboración propia)

Por su parte los proyectos *RETOS* alcanzan solo a hasta los 2 M€, aunque las ayudas más numerosas están entre los 400.000 y 1 M€.

4.4.2 Sector de aplicación

Fracción de proyectos por sector de aplicación según el programa de ayuda

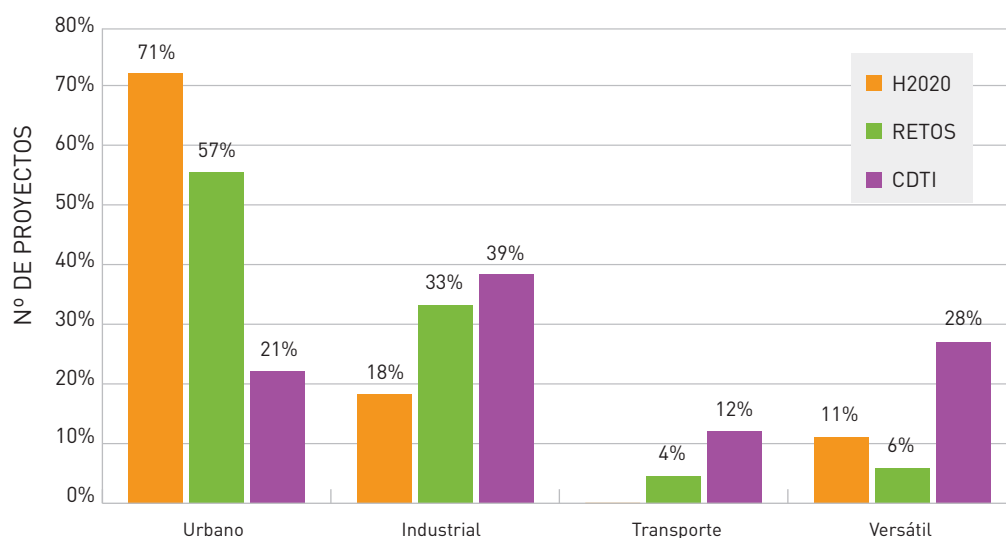


Figura 37. Fracción de proyectos por sectores de aplicación de los programas de ayuda (fuente: elaboración propia)

En las siguientes figuras (*Figura 37 y Figura 38*) se pueden observar las tendencias de los diferentes programas de ayuda en cuanto al sector de aplicación respecto al porcentaje de proyectos y al volumen de ayuda otorgada respectivamente.

H2020 sobre todo y *RETOS* focalizan la mayor parte de sus proyectos en el ámbito urbano, mientras que los proyectos CDTI se orientan más al ámbito industrial, pero no con tanta claridad, ya que un 28% de ellos tienen aplicabilidad en más de un ámbito.

En el caso de *H2020*, la preferencia por el ámbito urbano viene dada por las prioridades definidas en las convocatorias, mientras que en *RETOS* no se produce ese sesgo, y los resultados no sufren esa influencia, sino que dejan ver el interés de las entidades que ejecutan los proyectos.

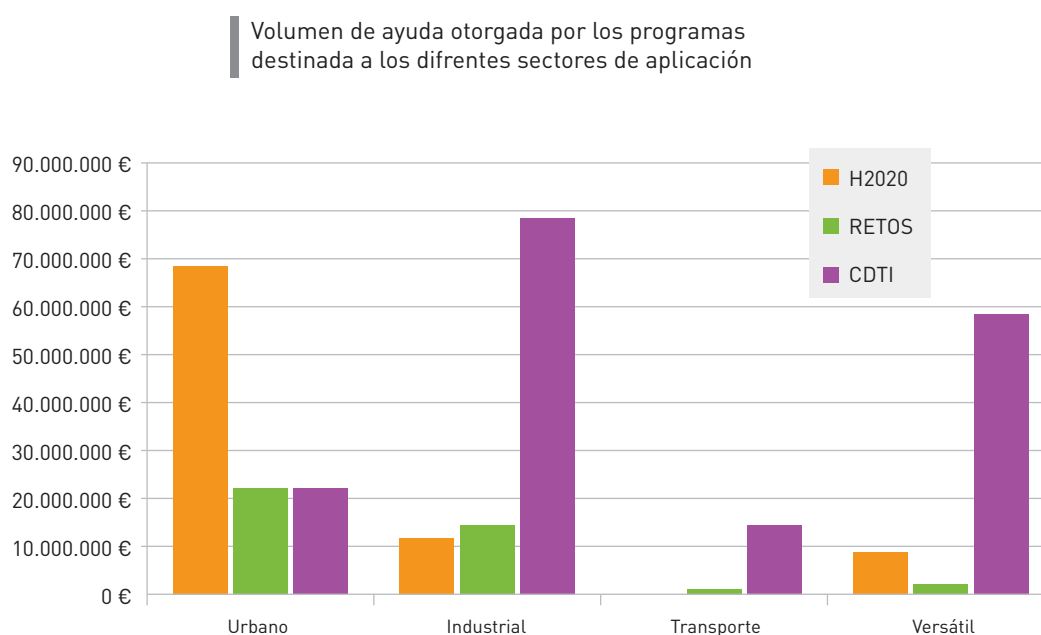


Figura 38. Volumen de ayuda otorgada por los programas destinada a los diferentes sectores de aplicación (fuente: elaboración propia)

El sector del transporte, con solo 30 de los 363 proyectos seleccionados, es el que menos interés despierta para la aplicación de los resultados. Queda patente que los intereses en ese sector se centran más en cambios modales y de fuentes de energía, que en la reducción del consumo en sí misma.

La preponderancia del sector industrial observada en la Edición 2020 del destino de las ayudas hacia el sector industrial, sobre todo a causa de las ayudas del CDTI, se ha desplazado hacia el sector urbano, que recoge un total de 113 M€ contra 104 M€ que capta el sector industrial.

El sector transporte apenas recoge 16 M€, muy por detrás de los proyectos cuyo objetivo es más de un sector, los versátiles, que recogen casi 70 M€.

Es importante resaltar el hecho de que los proyectos de *Transporte* se han llevado a cabo a nivel nacional, y no europeo. Puesto que muchos trabajan con e-movilidad, transporte colaborativo y una mejor gestión de los desplazamientos, es lógico que estos proyectos se desarrollen dentro de cada país, ya que las normas de urbanización y la forma de conducir pueden presentar variaciones de un Estado a otro.

Por programas, CDTI otorga casi el 58% del total de las ayudas, *H2020* el 29%, y *RETOS* el 13%.

4.4.3 Tecnología principal

En la *Figura 39*, se reflejan los porcentajes de proyectos dedicados a las diferentes tecnologías según el programa de ayuda.

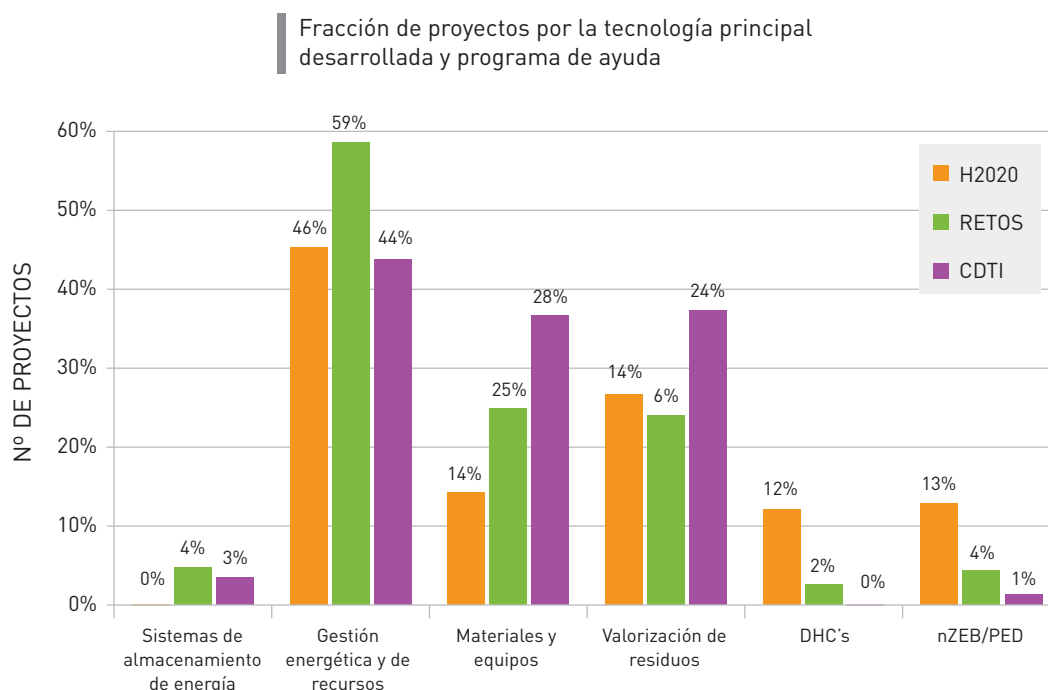


Figura 39. Tecnologías principales desarrolladas en los programas de ayudas (fuente: elaboración propia)

El grupo de tecnologías que atrae más interés en los tres programas es el de la gestión energética y de los recursos, muy por delante de los nuevos materiales y equipos, y de la valorización de residuos. El desarrollo y abaratamiento de las tecnologías y los equipos electrónicos de transmisión y computación permiten obtener notables avances en la eficiencia, con menos inversión y periodo de desarrollo que las otras tecnologías.

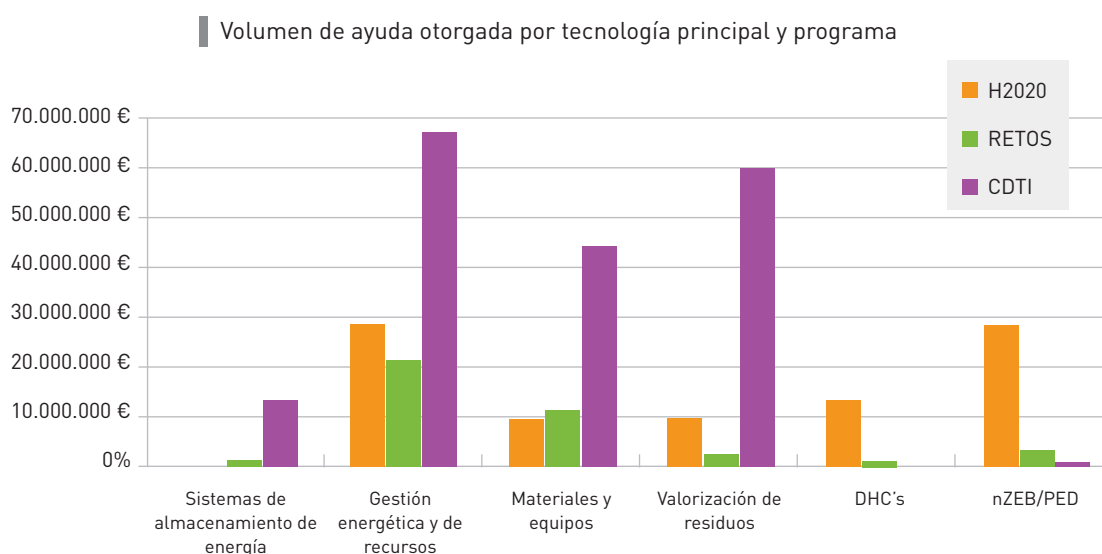


Figura 40. Ayuda pública obtenida por cada tecnología principal y programa (fuente: elaboración propia)

Por su parte, la *Figura 40* representa las ayudas públicas destinadas a cada tecnología principal objeto de desarrollo según de programa de qué se trate.

Al contrario que con los sectores de aplicación, las ayudas de *H2020* y *CDTI* están más distribuidas entre las diferentes tecnologías, de forma que no destacan en ninguna particularmente. Sin embargo, como ya se ha tratado anteriormente, el elevado presupuesto disponible para los proyectos a nivel europeo hace que los proyectos de *DHCs* y de *nZEB/PED*, reciban una cantidades respetables.

Por último, las ayudas en los proyectos del Programa *RETOS* sí tienen un paralelismo con el número de proyectos en cada tecnología, que se puede basar en la mayor homogeneidad de las ayudas en este programa.

4.4.4 Tipos de entidades participantes

En este epígrafe se analiza los resultados de la investigación desde el punto de vista de la tipología de las entidades españolas desarrolladoras o participantes en los proyectos.

A la hora de clasificar las entidades, se han empleado las categorías que utiliza el Programa *H2020*:

- Centros de Educación Secundaria o Superior: principalmente universidades, tanto públicas como privadas.
- Centros de Investigación.
- Entidades con ánimo de lucro (salvo centros de educación secundaria o superior): fundamentalmente empresas de carácter privado.
- Entidades públicas (salvo centros de Investigación y centros de Educación Secundaria o Superior): empresas dirigidas y administradas por el Estado y ayuntamientos se incluyen en esta categoría.
- Otros.

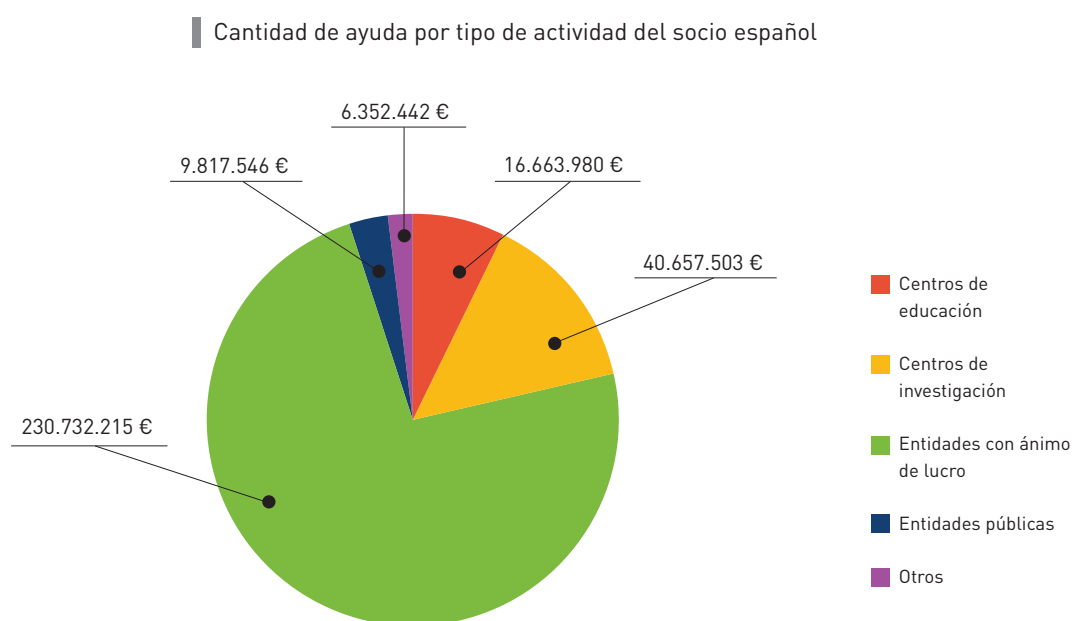


Figura 41. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y programa de ayuda (fuente: elaboración propia)

En la *Figura 41* se indica el volumen de las ayudas públicas recibidas por cada tipo de entidad, sumada la de los tres programas.

De un total algo superior a los 304 M€, entre 2016 y 2020, la mayor parte de las ayudas han sido captadas por entidades con ánimo de lucro, seguidas de los centros de investigación y los centros de educación. Esa distri-

bución es natural, dado con son las empresas las que realizan generalmente las inversiones en activos. Incluso, también contratan a otras entidades desarrolladoras de I+D, que no aparecen como socios de derecho de los proyectos.

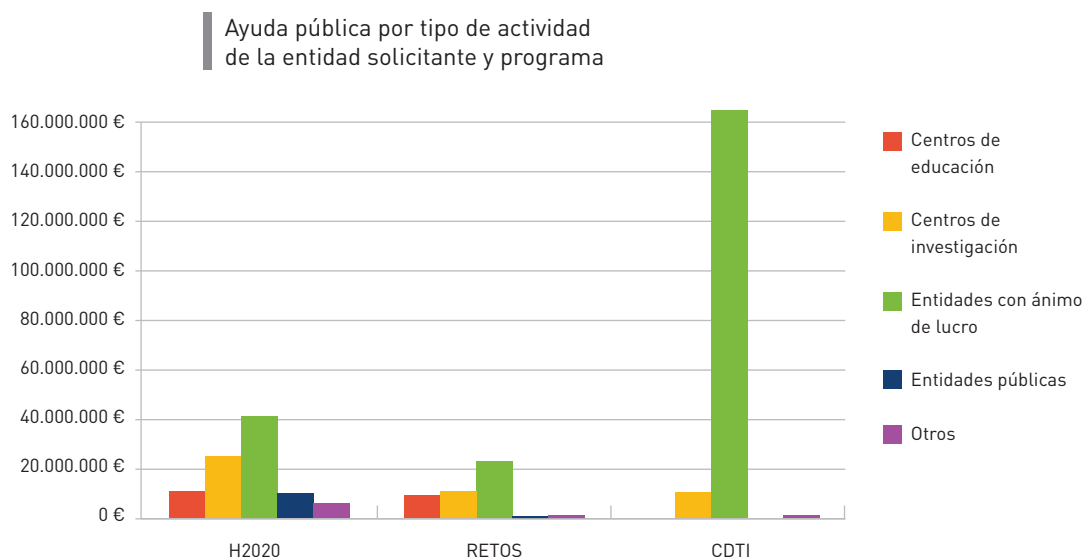


Figura 42. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y sector de aplicación de resultados (fuente: elaboración propia)

En la *Figura 42*, se desglosa los datos representados en la *Figura 41*, representando el volumen de ayuda destinada por cada programa a cada tipo de entidad solicitante.

El hecho de que la mayor parte de las ayudas van entidades con ánimo de lucro, se da en los tres programas, pero con más claridad en el caso del CDTI, que sólo concede ayudas a éstas y a los centros de investigación, pero en mucha menor medida a estos últimos. El programa *H2020* es el que concede ayudas a más variedad de entidades, incluyendo entidades públicas como ayuntamientos debido a la naturaleza de sus proyectos, que pueden llegar a incluir ciudades faro, o pilotos a escala urbana, regional, nacional y supranacional. El programa *RETOS* colaboración no limita su contribución a centros de educación y a centros de investigación, sino que también son la empresas las que recaban la mayor parte de la ayuda, pues son los demandantes y beneficiarios de los desarrollos tecnológicos.

A continuación, en la *Figura 43*, se representa el volumen de ayuda obtenida por tipo de entidad y sector de aplicación de los resultados de los proyectos.

Como se ha comentado anteriormente, las entidades con ánimo de lucro reciben la mayor parte de las ayudas públicas que, en su mayoría, están destinadas a proyectos del sector *Industrial* o *Versátil*. Esta tendencia es consecuencia de la gran cantidad de proyectos y socios financiados por CDTI, y del volumen que esta entidad destina.

Los centros de educación y de investigación reciben financiación especialmente para realizar proyectos relacionados con el sector *Urbano*, pero en menor medida también la reciben para el resto de los sectores. Como cabría esperar, las entidades públicas, que principalmente son ayuntamientos u organizaciones relacionadas, solicitan ayuda casi en exclusiva para proyectos del sector *Urbano*. Por último, los centros de investigación también se centran en el sector *Urbano*.

En resumen, los proyectos industriales y de transporte son desarrollados sobre todo por entidades privadas, y los que afectan al entorno urbano son realizados además por centros de investigación o educativos. En este último sector, también hay una alta participación de entidades con ánimo de lucro, relativamente prominente a causa de la cantidad de proyectos seleccionados del CDTI.

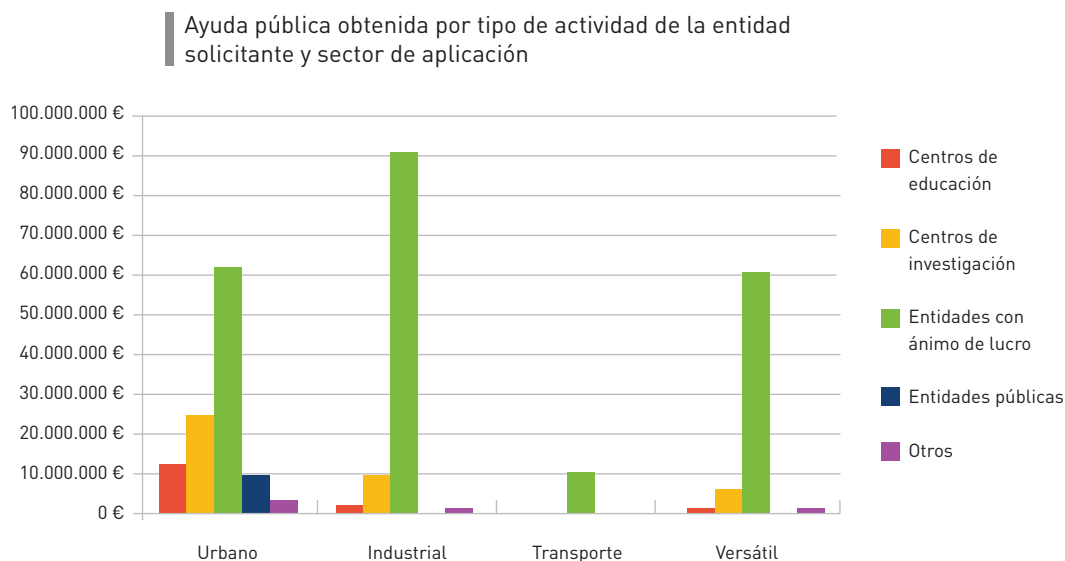


Figura 43. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)

Respecto a los grupos tecnológicos, la Figura 44 representa el volumen de ayuda obtenida por tipo de entidad y tecnología principal desarrollada en los proyectos.

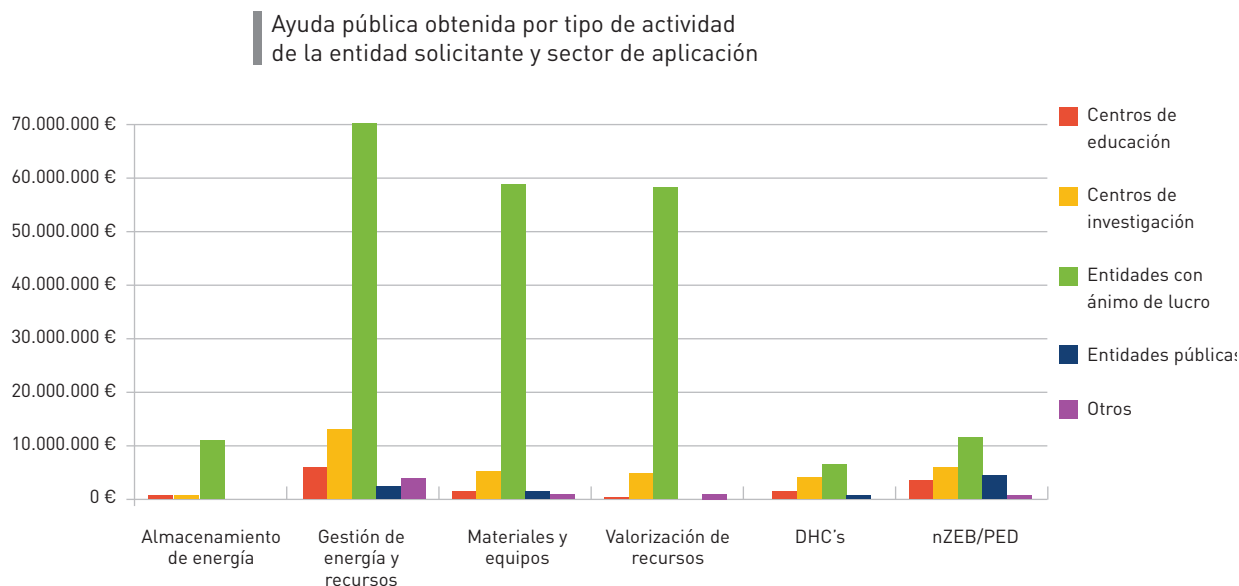


Figura 44. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)

El CDTI financia fundamentalmente proyectos de *Gestión de energía y recursos*, *Materiales y equipo* y *Valorización de residuos*, y centra sus ayudas en entidades con ánimo de lucro, el tipo de entidad que más financiación recibe, por lo que era una consecuencia esperable que la mayor parte de las ayudas públicas otorgadas fueran para estas tecnologías de mano de estas entidades.

Lo más llamativo es, sin embargo que, en *Almacenamiento de energía*, las receptoras de ayudas son casi en exclusiva las entidades con ánimo de lucro, lo que induce a creer que este tipo de entidades contemplan al almacenamiento como un elemento que puede aportar a la eficiencia de los sistemas y entes consumidores, y no como un mero sistema de gestión de la carga de las redes.

5. CONCLUSIONES

5.1 Principales aportaciones del Estudio

La investigación realizada da una visión global de cómo está la escena investigadora de la eficiencia energética entre las entidades españolas, y como ha evolucionado desde la Edición de 2020, qué tecnologías se están investigando, qué tipo de entidades o hacen, y hacia qué ámbitos se orientan los resultados.

El hecho de analizar tres programas distintos da una idea de las tecnologías y los ámbitos objetivo de cada uno, y cómo las entidades se acogen a uno u otro según el resultado esperado de sus proyectos.

Así mismo, como un *H2020* tiene ámbito europeo y *RETOS* Colaboración y CDTI lo tienen nacional, se pueden observar las diferencias entre las tendencias en el entorno europeo y las de carácter más local.

Las entidades interesadas en realizar I+D+i en eficiencia, podrán dibujarse un mapa de las áreas más en boga, las que son recesivas y las que son emergentes, que les facilite diseñar su estrategia de futuro. En este sentido, además se pueden localizar los más de 300 proyectos de los programas *H2020*, *RETOS* Colaboración, y CDTI seleccionados para hacer el Estudio en la web de la PTE-ee.

Por otro lado, el presente trabajo continúa el informe publicado en el año 2020, y con voluntad de continuidad y publicación bianual, tratando de sortear las dificultades encontradas para buscar información completa y actualizada de los proyectos. En esta línea, se confirma la carencia de información pública de los proyectos de I+D+i financiados por el Gobierno de España frente a los financiados por la Comisión Europea. Bien el control de la información es muy restrictivo, o no hay una estrategia exitosa de difusión de los resultados de los proyectos, que es perfectamente compatible con la defensa de los lícitos intereses comerciales de las entidades participantes.

5.2 Determinaciones generales

En cuanto a la naturaleza de los proyectos seleccionados, la mayoría se encuentran recogidos en áreas o sectores de *Energía*, y existe una marcada tendencia hacia los de *Gestión de la Energía* y los *Recursos* para reducir el consumo de los sistemas y equipos existentes. Apenas se trabaja con la mejora de la eficiencia de los *sistemas de almacenamiento de energía*, sino que se trabaja más en desarrollar nuevos (que no son objeto del Estudio).

El sector *Urbano* es prioridad muy definida a nivel europeo. A nivel nacional, también lo es en el programa *RETOS*, aunque con menos diferencia. Por el contrario, los proyectos que tienen como destino la industria es más numerosos en CDTI. Los proyectos del sector *Industrial* suponen no sólo un avance a nivel científico, sino a nivel económico y productivo, por lo que es lógico que los Estados compensen esa tendencia europea y dediquen los recursos propios a equilibrar la balanza, apoyando proyectos menos replicables y más propios de grupos más reducidos de potenciales replicadores. Esto está reflejado en las ayudas concedidas por el CDTI, principalmente orientadas a las empresas privadas españolas (Entidades con ánimo de lucro).

Del global de los proyectos estudiados, la distribución porcentual por sectores objetivo y ayudas concedidas se expone en la *Tabla 25*.

SECTOR DE APLICACIÓN	PROYECTOS	AYUDAS
URBANO	36,6%	37,1%
INDUSTRIAL	33,9%	34,4%
TRANSPORTE	8,3%	5,4%
VERSÁTIL	21,2%	23,1%

Tabla 25. Fracción de los proyectos y de las ayudas por sector de aplicación (fuente: elaboración propia)

Los proyectos de I+D+i en eficiencia energética destinada al sector de *Transporte* se encuentran a la cola tanto en número de proyectos, como de volumen de ayuda. Los esfuerzos en el sector se centran en el coche eléctrico y en las múltiples opciones barajadas para su integración en la red eléctrica, como los modelos V2G. En cuanto a desarrollo y nivel de disponibilidad tecnológica (TRL), existe una tendencia a dividir los proyectos en “desarrollo tecnológico” y “certificación y salida al mercado”. Pocos son los proyectos que integran ambos pasos, sobre todo los que desarrollan aplicaciones digitales. Solo se ha podido obtener o estimar estos valores en los proyectos *H2020*, por disponerse de más información, y ser posible, en algún caso, contactar con los socios españoles.

De los valores expuestos en la *Tabla 6*, se desprende que la casi totalidad de los proyectos son de desarrollo tecnológico (94%), pues parten de valores de 4 a 7, pero avanzan poco, ya que los TRL objetivos superiores a 7 representan solo el 29%, y de ellos, solo el 13% pretende alcanzar el nivel comercial (TRL 9), y el 10% de los proyectos lo ha alcanzado hasta la fecha.

En cualquier caso, el éxito de los proyectos es muy elevado en cuanto al objetivo de TRL y al alcanzado, ya que solo se ha identificado un proyecto acabado, que haya alcanzado un TRL inferior al objetivo.

Siguiendo con las tecnologías desarrolladas, la mayoría de los proyectos se dedican a la investigación de sistemas de *Gestión de energía y de recursos* (47%). En segundo lugar, están los proyectos de *Materiales y equipo* (25%), seguidos de cerca de los proyectos de *Valorización de residuos* (19%), en los que se trabaja principalmente con sistemas de recuperación de calor.

Salvo excepciones, los proyectos del grupo de *Gestión de energía y Recursos* requieren un presupuesto relativamente bajo para ser desarrollados y, a posteriori, no requieren cambios y reformas estructurales para ser instalados. Conforman un elemento importante para la descarbonización del stock de edificios existentes de la Unión Europea. Dado el fuerte hincapié que hacen las directivas europeas en reducir las emisiones de este sector, era de esperar que se incentivase su desarrollo.

En el caso de los proyectos del programa *H2020*, de los cuales se tienen más datos que del resto de programas, se trata la necesidad de concienciar tanto a empresas como a usuarios de las ventajas de la eficiencia energética. Esto se persigue mediante medidas que van desde las que pretenden mostrar el beneficio económico, hasta las sociales para motivar al usuario a mejorar su nivel de desempeño energético. En este último grupo entran las aplicaciones digitales que permiten visualizar el consumo. En cuanto al tamaño y número de proyectos, los más grandes tocan varias tecnologías y permiten explorar varias facetas. Este es el caso de los proyectos europeos *H2020*, que abarcan una mayor variedad de tecnologías, pero están más limitados en sectores¹⁰. Ocurre lo contrario a nivel nacional: CDTI también presenta proyectos de muchos colaboradores y alto presupuesto, pero los proyectos están más distribuidos entre los distintos sectores y menos entre las tecnologías trabajadas. Por su parte, *RETOS* tiene proyectos más pequeños en general, pero abarca todos los sectores y tecnologías.

5.3 Líneas de trabajo futuro y lecciones aprendidas

La principal continuación para este trabajo sería ampliar el rango temporal, especialmente en el caso de *H2020*, para disponer de todos los proyectos ya acabados, actualizando y profundizando en la recogida de información de los proyectos que están aún en marcha a final de 2021.

De forma inseparable, se debería hacer obligatorio a los proyectos con ayudas nacionales el hecho de publicar cierta información sobre presupuesto, objetivos, resultados esperados y resultados alcanzados, de forma que se haga beneficiaria a toda la sociedad y no se desperdicie tiempo ni recursos públicos y privados en realizar proyectos similares, por distintas entidades en años sucesivos.

No se trata de hacer públicos avances tecnológicos que afecten a la competitividad de las empresas y a sus intereses comerciales, sino de evitar que se desperdicien recursos públicos en desarrollar dos soluciones o más para resolver un determinado problema o barrera tecnológica.

La continuación de este Estudio deberá incluir los proyectos de los programas continuadores de *H2020* (Horizon Europe) y de *RETOS* Colaboración (Colaboración Público-Privada) cuya convocatoria de 2021 se ha producido a principios de 2022. Así mismo, incluirá los proyectos CDTI de 2022 y 2023.

La clasificación realizada es la más exhaustiva que se puede hacer de los proyectos nacionales, por la ya mencionada falta de información pública. Se ha sugerido a investigadores principales de proyecto la difusión de los resultados de los proyectos en sus respectivas páginas web, y la creación de plataformas online en las que se incluya información sobre las investigaciones y avances realizados para facilitar la búsqueda de datos y aumentar la visibilidad de los proyectos.

De forma complementaria, se ha creado una base de datos de acceso libre y gratuito en la web de la PTE-ee, donde los interesados pueden consultar la información de sus proyectos, y enviar la información complementaria que puedan desear que se haga pública.

Sin embargo, el problema de la falta de información de calidad no es solo un problema de los programas nacionales. En varios de los proyectos seleccionados, la información disponible en CORDIS y en *Horizon 2020 Energy Efficiency data hub* se encuentra desactualizada y/o no hay documentación suficiente de los proyectos para obtener todos los datos necesarios. Esto ha sido un serio problema a la hora de determinar el TRL de los proyectos, y bastantes han debido ser estimados. De modo que, en el futuro se podrían completar las recopilaciones de datos a medida que las páginas de los Programas se vayan actualizando.

Así mismo, la búsqueda de proyectos en CORDIS ha sido difícil. Al haber una enorme cantidad de proyectos, fue necesario establecer un importante número de filtros para poder buscar los proyectos adecuados. No obstante, lo que simplificaba el trabajo, puede haber hecho que algunos proyectos hayan sido ignorados. Otro problema ha sido lo errático del buscador de CORDIS, que muestra proyectos que poco tenían que ver con lo buscado. Por ejemplo: si se buscaba información sobre *fuel cells*, además de proyectos relacionados con pilas de combustible, mostraba resultados de células solares, ralentizando el trabajo.

Para no invadir ámbitos de otras PTEs, no se han considerado en el Estudio algunos proyectos: sobre todo, en temas relacionados con sistemas de almacenamiento y del hidrógeno (aunque, en realidad, se han encontrado muy pocos proyectos que trabajen la eficiencia energética en los sistemas de producción de hidrógeno), de forma que una colaboración entre Plataformas Tecnológicas podría dar una visión más completa, habida cuenta de la interrelación de sistemas de generación, almacenamiento, y distribución y consumo final de la energía.

ANEXOS

Anexo I. Referencias

Accademia Europea Di Bolzano, *et al.* *4RinEU: Robust and Reliable technology concepts and business models for triggering deep Renovation of Residential buildings in EU* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://4rineu.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723829>

Accademia Europea Di Bolzano, *et al.* *FLEXYNETS: Fifth generation, Low temperature, high EXergy district heating and cooling NETWORKS* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.flexynets.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/649820/es>

ACCIONA Construcción SA, *et al.* *LOWUP: LOW valued energy sources UPgrading for buildings and industry uses* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.lowup-h2020.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723930>

Agencia De Ecología Urbana De Barcelona, *et al.* *CHESS-SETUP: Combined HEat SyStem by using Solar Energy and heat pUmPs* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.chess-setup.net/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/680556>

Agencia Estatal de Investigación: *Descriptores de las Áreas Temáticas de la Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad* (2018).

Alma Mater Studiorum - Universita Di Bologna, *et al.* *Pro-Get-OnE: Proactive synergy of inteGrated Efficient Technologies on buildings' Envelopes* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.progetone.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723747>

ATOS SPAIN SA, *et al.* *inteGRIDy: integrated Smart GRID Cross-Functional Solutions for Optimized Synergetic Energy Distribution, Utilization Storage Technologies* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.integrity.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/731268>

ALTEK Europe Limited, *et al.* *Smartrec: Developing a standard modularised solution for flexible and adaptive integration of heat recovery and thermal storage capable of recovery and management of waste heat* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.smartrec.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723838>

Ayuntamiento De Valencia, *et al.* *MATCHUP: MAXimizing the UPscaling and replication potential of high level urban transformation strategies* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.matchup-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/774477>

BIOCURVE, *et al.* *C-HEAT: Condensed Heat - Optimization and scaling up of an energy efficient, long-during biomass condensation boiler with curved heat exchanger* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.biocurve-heating.com/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/article/id/268004-the-curve-appeal-of-the-next-generation-of-biomass-condensing-boilers/es>

Brunel University London, *et al.* *I-therm: Industrial Thermal Energy Recovery Conversion and Management* (2015). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.itherm-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/680599>

Centre For Sustainable Energy, *et al.* *THERMOS: Thermal Energy Resource Modelling and Optimisation System* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.thermos-project.eu/home/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723636>

Centro De Estudios De Materiales Y Control De Obra SA, *et al.* *eTEACHER: end-users Tools to Empower and raise Awareness of Behavioural CHange towards EneRgy efficiency* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.eteacher-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768738>

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, *Guía del Participante Horizonte 2020*, (2014).

Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial: *Proyectos CDTI aprobados 2016* (2016). Fecha de consulta: 05/2020. Disponible en el siguiente enlace

- <http://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=794&MN=2&TR=C&IDR=2699>

Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial. *Proyectos CDTI aprobados 2017* (2017). Fecha de consulta: 05/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <http://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=794&MN=2&TR=C&IDR=2699>

Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial. *Proyectos CDTI aprobados 2018* (2018). Fecha de consulta: 05/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <http://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=794&MN=2&TR=C&IDR=2699>

Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial. *Proyectos CDTI aprobados 2019* (2019). Fecha de consulta: 05/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <http://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=794&MN=2&TR=C&IDR=2699>

Ciudad Universitaria De Londres, *et al.* *InDeal: Innovative Technology for District Heating and Cooling* (2016). Fecha de consulta: 03/2020

- Página web del Proyecto: <http://www.indeal-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/696174>

Comisión Europea [Sitio web]. CORDIS: *EU research results*. Fecha de consulta: 03/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://cordis.europa.eu/>

Comisión del Parlamento Europeo. *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COM-*

MITTEE OF THE REGIONS *The European Green Deal*, Bruselas (11/12/2019), COM 640-final.

CORK Institute of Technology, *et al.* *E2District: Energy Efficient Optimised District Heating and Cooling* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://e2district.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/696009>

COVESTRO DEUTSCHLAND AG, *et al.* *CARBON4PUR: Turning industrial waste gases (mixed CO/CO2 streams) into intermediates for polyurethane plastics for rigid foams/building insulation and coatings* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768919>

CYSNERGY SL, *et al.* *EFICONSUMPTION: Innovative System for Electrical Energy Efficiency in industrial plants* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.cysnergy.es/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/712179>

Danmarks Tekniske Universitet, *et al.* *ECo: Efficient Co-Electrolyser for Efficient Renewable Energy Storage – Eco* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.eco-soec-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/699892>

ETHNIKO Kentro Erevnas Kai Technologikis Anaptyxis, *et al.* *DRIMPAC: Unified DR interoperability framework enabling market participation of active energy consumers* (2018). Fecha de consulta: 03/2020.

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768559>

Energieinstitut An der Johannes Kepler Universitat Linz Verein, *et al.* *PEAKapp: Personal Energy Administration Kiosk application: an ICT-ecosystem for Energy Savings through Behavioural Change, Flexible Tariffs and Fun* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.peakapp.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/695945>

European Dynamics Belgium, *et al.* *BENEFFICE: Energy Behaviour Change driven by plug-and-play-and-forget ICT and Business Models focusing on complementary currency for Energy Efficiency for the Wider Population* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.benefice.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768774>

European Dynamics Belgium, *et al.* *ChArGED: CleAnweb Gamified Energy Disaggregation* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.charged-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/696170>

Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME) [Sitio web]. *Horizon 2020 Energy Efficiency data hub*. Fecha de consulta: 03/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://energy.easme-web.eu/?mode=7&theme=blue#>

FENIE Energía SA, *et al.* *RESPOND: integrated demand REsponse Solution towards energy POSitive Neighbourhoods* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768619>

Fundación CARTIF, *et al.* *mySmartLife: Smart Transition of EU cities towards a new concept of smart Life and Economy* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.mysmartlife.eu/mysmartlife/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/731297>

Fundación TECNALIA Research & Innovation, *et al.* *BERTIM: Building energy renovation through timber prefabricated modules* (2015). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.bertim.eu/index.php?lang=en>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/636984>

Fundación TECNALIA Research & Innovation, *et al.* *Indus3Es: Industrial Energy and Environment Efficiency* (2015). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.indus3es.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/680738>

Fundación TECNALIA Research & Innovation, *et al.* *PVSITES: Building-integrated photovoltaic technologies and systems for large-scale market deployment* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.pvsites.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/691768>

Fundación TECNALIA Research & Innovation, *et al.* *REHAP: Systemic approach to Reduce Energy demand and CO2 emissions of processes that transform agroforestry waste into High Added value Products* (2016). Fecha de consulta: 04/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.rehap.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723670>

Fundación TECNALIA Research & Innovation, *et al.* *RELaTED: REnewable Low TEmpérature District* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.relatedproject.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768567>

Fundación TEKNIKER, *et al.* *INDIGO: New generation of Intelligent Efficient District Cooling systems* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.indigo-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/696098>

GELTZ Umwelttechnologie GMBH, *et al.* *ELSi: Industrial scale recovery and reuse of all materials from end-of-life silicon-based photovoltaic modules* (2016).

- Página web del Proyecto: <http://elsi-pv-recycling.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/701104>

GEMEENTE AMSTERDAM, *et al.* *ATELIER: AmSTERdam BiLbao citizen drivEn smARt cities* (2019). Fecha de consulta: 03/2020.

Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/864374/es>

Gobierno de España: *Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Declaración del Gobierno ante la Emergencia Climática y Ambiental* (21.01.2020).

Hochschule Fur Technik Stuttgart, *et al. Sim4Blocks: Simulation Supported Real Time Energy Management in Building Blocks* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.sim4blocks.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/695965>

HUYGEN Installatie Adviseurs, *et al. DRIVE 0: Driving decarbonization of the EU building stock by enhancing a consumer centred and locally based circular renovation process* (2019). Fecha de consulta: 03/2020.

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/841850/es>

HYPERTECH (CHAIPERTEK) Anonymos Viomichaniki Emporiki Etaireia Pliroforikis Kai Neon Technologion, *et al. UtilitEE: Utility Business Model Transformation through human-centric behavioural interventions and ICT tools for Energy Efficiency* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.utilitee.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768600>

IBÁÑEZ DE ALDECOA, J.M.: *NIVELES DE MADUREZ DE LA TECNOLOGÍA TECHNOLOGY READINESS LEVELS.TRLS.UNA INTRODUCCIÓN*. Revista Economía Industrial (2014), 393, Notas. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>

IKERLAN S. COOP, *et al. ETEKINA: Heat Pipe Technology for thermal energy recovery in industrial applications* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.etekina.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768772>

INDRESMAT SL. *EXTRU-PUR: Reactive Extrusion Technology for Thermoset Polyurethane Resins to Provide High Performance and Sustainable Plastic Materials in Construction and Related Industrial Markets* (2019). Fecha de consulta: 04/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.indresmat.com/innovation/extru-pur/>
- Enlace del Proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/855513>

Ingeniería Especializada Obra Civil E Industrial SA, *et al. WEDISTRICT: Smart and local renewable Energy DISTRICT heating and cooling solutions for sustainable living* (2019). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <https://www.wedistrict.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/857801>

Integrated Environmental Solutions Limited, *et al. IMPRESS: New Easy to Install and Manufacture PRE-Fabricated Modules Supported by a BIM based Integrated Design Process* (2015). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.project-impress.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/636717/es>

Integrated Environmental Solutions Limited, *et al. StepUP: Solutions and Technologies for deep Energy renovation*

Processes Uptake (2019). Fecha de consulta: 03/2020.

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/847053>

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, *et al.* *ReUseHeat: Recovery of Urban Excess Heat* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.reuseheat.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/767429>

LABELEC, *et al.* *POCITYF: A POSitive Energy CITY Transformation Framework*. Fecha de consulta: 03/2020

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/864400>

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España. *ANEXO I. AYUDAS CONCEDIDAS - CONVOCATORIA 2016 - PROYECTOS I+D+I, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad* (2016)

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España: *Anuncio 41094 del BOE nº 201 de 2018. Boletín Oficial del Estado* (2018), 201, Sec V-B 52170-52173

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España [sitio web]. *Convocatoria de 2016 del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad: Retos Investigación: Proyectos I+D+i 2016* (2016). Fecha de consulta: 04/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=80b0b12d90573510VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España [sitio web]. *Convocatoria de 2017 del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad: Retos Investigación: Proyectos I+D+i 2017* (2017). Fecha de consulta: 04/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=b460bc05f418b510VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España [sitio web]. *Convocatoria de 2018 del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad: Proyectos I+D+i << Retos Investigación>> 2018*. (2018). Fecha de consulta: 04/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=fef9e6f001f01610VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España [sitio web]. *Convocatoria de 2019 del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad: << Proyectos I+D+i >> 2019 - Modalidades << Retos Investigación>> y << Generación de Conocimiento>>* (2019). Fecha de consulta: 04/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=6ee6cda50b1bb610VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España, *RESOLUCIÓN DE LA SECRETARÍA DE ESTADO DE UNIVERSIDADES, INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN Y PRESIDENCIA DE LA AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, POR LA QUE SE CONCEDEN AYUDAS A PROYECTOS DE I+D+I CORRESPONDIENTES AL PROGRAMA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD EN EL MARCO DEL PLAN ESTATAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA Y DE INNOVACIÓN 2013-2016. CONVOCATORIA 2017, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, (13.6.2017).*

Ministerios de Ciencia e Innovación y de Universidades del Gobierno de España. *RESOLUCIÓN DE LA SECRETARÍA DE ESTADO DE UNIVERSIDADES, INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN Y PRESIDENCIA DE LA AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, POR LA QUE SE CONCEDEN AYUDAS CORRESPONDIENTES A LA CONVOCATORIA 2018 DE PROYECTOS DE I+D+i «RETOS INVESTIGACIÓN», DEL PROGRAMA ESTATAL DE I+D+i ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD, EN EL MARCO DEL PLAN ESTATAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA Y DE INNOVACIÓN 2017-2020*, Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, (13.8.2018).

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Borrador Actualizado del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*, (20/01/2020).

Ministerio de Universidades, Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España: *Europa 2020: Información Base*. Fecha de consulta: 06/2020. Disponible en el siguiente enlace.

- <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.26172fcf4eb029fa6ec7da6901432ea0?vgnextoid=9fa3cd8da41c1410VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. *DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios*; Diario Oficial de las Comunidades Europeas, (4/1/2003), L 1/ 65-71

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. *DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios*; Diario Oficial de la Unión Europea, (18/6/2010), L 153/ 13-35.

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. *DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012*. Diario Oficial de la Unión Europea (14.11.2012), L315/1-56

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. *DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018*, Diario Oficial de la Unión Europea (19/6/2018), L 156/75-91.

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. *DIRECTIVA (UE) 2018/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018*, Diario Oficial de la UE (21/12/2018), L 328/210-230.

PRECICAST BILBAO SA, et al. *SUSPIRE: Sustainable Production of Industrial Recovered Energy using energy dissipative and storage technologies* (2015). Fecha de consulta: 04/2020.

- Página web del Proyecto: <http://suspire-h2020.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/680169>

REACCION UPTHEWORLD SL. *EOLI FPS: Roof top wind turbine for urban areas* (2018). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.uptheworld.es/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/816706/es>

RINA Consulting SPA, et al. *InBetween: ICT enabled BEhavioral change ToWards Energy EfficieNt lifestyles* (2017). Fecha de consulta: 03/2020

- Página web del Proyecto: <http://www.inbetween-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/768776>

RINA Consulting SPA, et al. *Planheat: Integrated tool for empowering public authorities in the development of sustainable plans for low carbon heating and cooling* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.planheat.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723757>

RINA Consulting SPA, *et al.* *SO WHAT: Supporting new Opportunities for Waste Heat And cold valorisation Towards EU decarbonisation* (2019). Fecha de consulta: 03/2020.

- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/847097>

RISA Sicherheitsanalysen GMBH, *et al.* *Eco-Bot: Personalised ICT-tools for the Active Engagement of Consumers Towards Sustainable Energy* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.eco-bot.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/767625>

Sitio web del *Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial*. Fecha de consulta: 05/2020. Disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=5&MN=1>

Sitio web de la Comisión Europea sobre el Pacto Verde Europeo. Disponible en el siguiente enlace.

- https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es

Technische Universitaet Wien, *et al.* *HotMaps: Heating and Cooling: Open-Source Tool for Mapping and Planning of Energy Systems* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.hotmaps-project.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723677>

Universitat Bayreuth, *et al.* *InDeWaG: Industrial Development of Water Flow Glazing Systems* (2015). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://indewag.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/680441>

Universitat Politecnica de Valencia, *et al.* *GEOCOND: Advanced materials and processes to improve performance and cost-efficiency of Shallow Geothermal systems and Underground Thermal Storage* (2017). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.geocond-project.eu/>
- Enlace del Proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/727583>

Universiteit GENT, *et al.* *MPC- GT: Model Predictive Control and Innovative System Integration of GEOTABS;-) in Hybrid Low Grade Thermal Energy Systems - Hybrid MPC GEOTABS* (2016). Fecha de consulta: 04/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.hybridgeotabs.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723649>

University Of Northumbria at Newcastle, *et al.* *Innova Microsolar: Innovative Micro Solar Heat and Power System for Domestic and Small Business Residential Buildings* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://innova-microsolar.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/723596>

WELLNESS TELECOM SL, *et al.* *GREENSOUL: Eco-aware Persuasive Networked Data Devices for User Engagement in Energy Efficiency* (2016). Fecha de consulta: 03/2020.

- Página web del Proyecto: <http://www.greensoul-h2020.eu/>
- Enlace del proyecto en CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/696129>

Anexo II. Proyectos CDTI eliminados para la edición de 2022.

Por los diferentes razones, para el Edición de 2022, se han eliminado del estudio los siguientes proyectos que si se incluyeron para el estudio de la Edición 2020.

AÑO	MOTIVO	RAZÓN SOCIAL	TÍTULO DEL PROYECTO
2016	La empresa informa por correo electrónico (20/8/21) que nunca solicitaron ayuda del CDTI para este proyecto.	PROYING XXI INGENIERIA SL	Desarrollo de un sistema recuperador de calor más eficiente, para hornos de fritas de oxidación mediante la incorporación de nueva tecnología de plasma.
	La empresa informa que este proyecto finalmente no llegó a la fase de ejecución.	KALFRISA, S.A.	Desarrollo de tecnología para valorización de residuos de hidrocarburos.
	No es posible localizar a la empresa de esa razón social.	SUN AND SOLID COMPANY SL	Desarrollo de un innovador equipo para la producción de combustible alternativo en forma de briquetas a partir de residuos sólidos heterogéneos asimilables a residuos urbanos. (briq-com)
	No es posible localizar a la empresa de esa razón social.	ALIGRAN PROYECTOS SL	Desarrollo de maquinaria innovadora para el procesamiento industrial de residuos vegetales de invernadero (rvi) eliminando elementos artificiales contaminantes.
	La empresa indica que, por tratarse de información confidencial no nos pueden dar la información solicitada sin más acreditaciones que el correo enviado.	ELECTROTECNIA MONRABAL SL	Sistema integral de gestión para la eficiencia energética-servicios al ciudadano en la smart city 4.0.
2018	Empresa extinguida.	TUNEL ENERGY SL	Eficiencia energética de infraestructuras a través del aprovechamiento de corrientes de aire residuales.
	PROYECTO REPETIDO.	ENERGY PANEL S. L	Solución renovable para generación de electricidad, calor local y gestión del autoconsumo en edificio.
	No es posible localizar a la empresa de esa razón social.	SEENSO RENOVAL SL	Sistemas de recuperación de calor hdh-ai con lechos empaquetados y concentradores solares para desalación y frío por absorción.
2019	No es posible localizar a la empresa de esa razón social.	QUISNATTA SL	Centro de control dinámico para la gestión energética.
	No es posible localizar a la empresa de esa razón social.	LINCLAB NETWORK SL	Primer sistema de gestión energética de edificios proporcionado como servicio integral: monitorización, control, análisis de consumo y recomendaciones de mejora al usuario final.
	No es posible localizar a la empresa de esa razón social.	BHS 2018 CASTILLA Y LEON SL	Desarrollo de un material aislante a partir de la paja de arroz.
	La empresa indica que las informaciones del proyecto son totalmente confidenciales por lo que no pueden aportar ninguna información complementaria a la que ya hace pública el propio CDTI.	TECNOLOGIA DE FIRMES SA	Nueva tecnología para la recuperación total del material fresado para su reutilización en firmes de carreteras.

Anexo III. Lista de siglas

AC: Air Conditioning

BIM: Building Information Modeling

BIPV: Building Integrated PhotoVoltaic

BPM (Business Process Models)

CAGR: Compound annual growth rate (Tasa de Crecimiento Anual Compuesto en castellano)

CHP: Combine Heat and Power (Centrales de Cogeneración)

CV: Ciclo de Vida

DHC: District Heating and Cooling (Calefacción y Refrigeración de Distrito)

GEI: Gases de Efecto Invernadero

IA: Innovation Action

ICT: Information and Communication Technology (Tecnologías de la Información y la Comunicación)

IoT: Internet of Things (Internet de las Cosas)

KPI: Key Project Indicator

nZEB: nearly Zero Energy Building (Edificios de Consumo casi Cero)

PCM: Phase Change Materials (Materiales de Cambio de Fase)

PED: Positive Energy District (Distritos de Energía Positiva)

RIA: Research and Innovation Action

RES: Renewable Energy Source (Fuentes de Energía Renovable)

RII: Resource Intensive Industry (Industria de Alta Intensidad Energética)

SME: Small and Medium-sized Enterprises (PyMES)

TRL: Technology Readiness Level

Índice de figuras

Figura 1. Ahorro esperado de energía final acumulada por las medidas de ámbito sectorial en España 2021-2030 (ktep) (fuente: Borrador del PNIEC)	13
Figura 2. Clasificación de los proyectos de H2020 en función del sector de aplicación (fuente: elaboración propia)	28
Figura 3. Desglose de los proyectos H2020 del sector de aplicación Urbano (fuente: elaboración propia)	29
Figura 4. Clasificación de los proyectos de H2020 en función de la tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)	30
Figura 5. Desglose de los proyectos H2020 desarrollo de tecnologías de valorización de residuos (fuente: elaboración propia)	30
Figura 6. Desarrollo realizado por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)	32
Figura 7. Desglose de las mejoras tecnológicas acometidas por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)	33
Figura 8. Actuaciones de apoyo al desarrollo llevadas a cabo por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)	35
Figura 9. Principales aplicaciones digitales utilizadas por los proyectos H2020 (fuente: elaboración propia)	36
Figura 10. Clasificación de los proyectos de H2020 en función de los ámbitos implicados (fuente: elaboración propia)	37
Figura 11. Presupuesto total por sector de aplicación en el periodo 2015-2021 (fuente: elaboración propia)	39
Figura 12. Ayuda concedida por sector de aplicación en el periodo 2015-2021 (fuente: elaboración propia)	40
Figura 13. Presupuesto total por tecnología principal en el periodo 2015-2021 (fuente: elaboración propia)	41
Figura 14. Ayuda concedida por tecnología principal en el periodo 2015-2021 (fuente: elaboración propia)	42
Figura 15. Presupuesto por tecnología principal en el periodo 2015-2021, eliminados los presupuestos extremos (fuente: elaboración propia)	44
Figura 16. Clasificación de proyectos RETOS de 2016 por áreas de conocimiento (fuente: elaboración propia)	47

Figura 17. Clasificación de proyectos RETOS de 2017 por áreas de conocimiento (fuente: elaboración propia)	47
Figura 18. Clasificación de proyectos RETOS de 2019 por subáreas de conocimiento (fuente: elaboración propia)	48
Figura 19. Clasificación de proyectos RETOS de 2019 por áreas de conocimiento (fuente: elaboración propia)	48
Figura 20. Clasificación de los proyectos del programa RETOS en función del sector de aplicación (fuente: elaboración propia)	50
Figura 21. Clasificación de los proyectos del programa RETOS en función de la tecnología principal (fuente: elaboración propia)	50
Figura 22. Ayudas concedidas por sector de aplicación en el periodo 2016-2019 por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)	52
Figura 23. Ayudas concedidas por tecnología desarrollada en el periodo 2016-2018 por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)	53
Figura 24. Clasificación de los proyectos aprobados por el CDTI en función de su área sectorial de nivel 1 (fuente: elaboración propia)	55
Figura 25. Clasificación de los proyectos del área sectorial Energía en sus áreas sectoriales de nivel 2 (fuente: elaboración propia)	56
Figura 26. Clasificación de los proyectos del área sectorial de nivel 1 de Sectores industriales en sus áreas sectoriales de nivel 2 (fuente: elaboración propia)	57
Figura 27. Clasificación de los proyectos del área sectorial de nivel 1 de TIC en sus áreas sectoriales de nivel 2 (fuente: elaboración propia)	57
Figura 28. Clasificación de los proyectos aprobados por el CDTI en función del sector de aplicación (fuente: elaboración propia)	59
Figura 29. Clasificación de los proyectos aprobados por el CDTI en función de la tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)	60
Figura 30. Presupuesto total por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)	61
Figura 31. Ayuda concedida total por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)	62

Figura 32. Presupuestos anuales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI en el periodo de estudio 2016-2019 (fuente: elaboración propia)	63
Figura 33. Ayudas concedidas totales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI en el periodo de estudio 2016-2019 (fuente: elaboración propia)	64
Figura 34. Volumen de ayuda otorgada por los programas de ayuda (fuente: elaboración propia)	66
Figura 35. Número de proyectos por rango de ayuda otorgada (fuente: elaboración propia)	67
Figura 36. Curvas monótonas de ayudas acumuladas de los programas de ayudas (fuente: elaboración propia)	68
Figura 37. Fracción de proyectos por sectores de aplicación de los programas de ayuda(fuente: elaboración propia)	68
Figura 38. Volumen de ayuda otorgada por los programas destinada a los diferentes sectores de aplicación (fuente: elaboración propia)	69
Figura 39. Tecnologías principales desarrolladas en los programas de ayudas (fuente: elaboración propia)	70
Figura 40. Ayuda pública obtenida por cada tecnología principal y programa (fuente: elaboración propia)	70
Figura 41. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y programa de ayuda (fuente: elaboración propia)	71
Figura 42. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y sector de aplicación de resultados (fuente: elaboración propia)	72
Figura 43. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)	73
Figura 44. Ayuda pública obtenida por cada tipo de entidad y tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)	73

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama del Pacto Verde Europeo (fuente: The European Green Deal)	9
Ilustración 2. Fit for 55. Fuente: Descarbonización de los usos finales de la energía. Subdirección General de Prospectiva, Estrategia y Normativa en Materia de Energía Secretaría de Estado de Energía. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico	10

Ilustración 3. Objetivos de eficiencia energética en los edificios públicos	13
(fuente: Borrador del PNIEC)	

Índice de tablas

Tabla 1. Área de aplicación de los distintos tipos de acción en H2020	15
(fuente: Guía del Participante Horizonte 2020)	
Tabla 2. Programas de ayuda del CDTI (fuente: página web del CDTI)	17
Tabla 3. TRL en función del entorno de trabajo, el tipo de investigación y la escala del proyecto (fuente: NIVELES DE MADUREZ DE LA TECNOLOGÍA TECHNOLOGY READINESS LEVELS. TRLS. UNA INTRODUCCIÓN)	23
Tabla 4. Proyectos seleccionados del programa H2020	27
(fuente: elaboración propia)	
Tabla 5. Proyectos seleccionados en función del sector de aplicación y la tecnología principal del programa H2020 (fuente: elaboración propia)	28
Tabla 6. TRL inicial, objetivo y alcanzado por los proyectos del programa H2020 (fuente: elaboración propia)	38
Tabla 7. Presupuesto y ayuda total de los proyectos del Programa H2020 considerados en el Estudio (fuente: elaboración propia)	38
Tabla 8. Presupuesto en miles de € por sector de aplicación (fuente: elaboración propia)	39
Tabla 9. Ayuda concedida por sector de aplicación en millares de € (fuente: elaboración propia)	40
Tabla 10. Presupuesto por tecnología principal millares de € (fuente: elaboración propia)	41
Tabla 11. Ayuda concedida por tecnología principal en millares de € (fuente: elaboración propia)	42
Tabla 12. Proyectos seleccionados del programa RETOS (fuente: elaboración propia)	46
Tabla 13. Proyectos seleccionados del programa RETOS en función del sector de aplicación y la tecnología principal desarrollada (fuente: elaboración propia)	49
Tabla 14. Ayuda total de los proyectos del Programa RETOS considerados en el Estudio (fuente: elaboración propia)	51

Tabla 15. Ayuda concedida por sector de aplicación por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)	51
Tabla 16. Ayuda concedida por tecnología principal por el Programa RETOS (fuente: elaboración propia)	52
Tabla 17. Proyectos seleccionados de los programas de ayudas de CDTI (fuente: elaboración propia)	54
Tabla 18. Proyectos seleccionados en función del sector y la tecnología principal de los programas de ayudas del CDTI (fuente: elaboración propia con datos CDTI)	58
Tabla 19. Presupuesto y ayuda total de los proyectos subvencionados por el CDTI considerados en el Estudio (fuente: elaboración propia)	60
Tabla 20. Presupuestos anuales por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)	61
Tabla 21. Ayudas concedidas anuales por sector de aplicación de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)	61
Tabla 22. Presupuestos anuales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)	62
Tabla 23. Ayudas concedidas anuales por tecnología principal de los proyectos subvencionados por el CDTI (fuente: elaboración propia)	63
Tabla 24. Comparación del número de proyectos seleccionados por cada programa de ayudas (fuente: elaboración propia)	66
Tabla 25. Fracción de los proyectos y de las ayudas por sector de aplicación (fuente: elaboración propia)	74

ESTE DOCUMENTO SE HA DESARROLLADO EN EL MARCO DE LAS AYUDAS A LA CONVOCATORIA CORRESPONDIENTE AL AÑO 2020 DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN DEL PROGRAMA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD (PLAN ESTATAL I+D+I 2017-2020).

ENTIDAD SOLICITANTE: PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

REFERENCIA PROYECTO: PTR2020-001201



Plataforma Tecnológica de Eficiencia Energética
Agustín de Foxá 25, Planta 1, Oficina 101 - 28036 Madrid
secretaria@pte-ee.org +34 917 88 57 24