



ENERGÍAS RENOVABLES: INQUIETUDES SOCIALES Y NUEVOS DESARROLLOS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS

Un desafío transdisciplinar

INFORME TENDENCIAS
2023

Edita y coordina: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología,
FECYT, 2023

Elaboración de contenido: Departamento de Estudios e Indicadores de la
Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

Agradecimientos: La FECYT agradece la implicación y colaboración
de todos y cada uno de los participantes que han hecho posible la
realización de este informe

e-NIPO: 831230174
NIPO: 831230169
DL: M-12945-2023

Publicación incluida en el programa editorial de la Secretaría
General Técnica del Ministerio de Ciencia e Innovación correspondiente
al año 2023.

Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpag.mpr.gob.es>

Diseño y maquetación: a.f. diseño y comunicación. www.afgrafico.com

Impresión: PALGRAPHIC, S.A.

Síguenos en

<https://www.fecyt.es/es>



twitter.com/FECYT_Ciencia



facebook.com/fecyt.ciencia



instagram.com/fecyt_ciencia



youtube.com/FECYTciencia



Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra
con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan
ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

Contenidos

Presentación	7
Introducción	8
Resumen ejecutivo	17

1 LA RESPUESTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES 26

Percepción de la sociedad sobre la equidad de la transición ecológica	30
Encuesta de percepción de la sociedad española sobre el apoyo a las energías renovables en España	35
Conclusiones de la mesa redonda "la respuesta de la sociedad ante el cambio climático"	44
La opinión de las expertas y expertos en sociología medioambiental	47

2 LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA EN EL ÁMBITO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 64

Proyectos de I+D+I en energías renovables financiados con programas nacionales	68
Análisis de la producción científica española en el ámbito de las energías renovables, sostenibilidad y medio ambiente durante el período 2017-2022	72
Análisis de patentes en energías renovables (PATSAT)	87
Conclusiones del Think Tank sobre la investigación e innovación en el ámbito de las energías renovables en España	89
La opinión de la comunidad investigadora experta en energías renovables	92
Las energías renovables: ventajas, limitaciones, impactos y usos	105

3 LA INNOVACIÓN ESPAÑOLA EN EL ÁMBITO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 112

Tendencias de la innovación en energías renovables	116
La opinión de las empresas especializadas del sector energético	128
Encuesta a jóvenes empresas (startups)	136

ANEXO

Anexo I: Tabla de palabras clave relacionadas con las energías renovables	151
Anexo II: Expertas y expertos colaboradores	152

Diana Morant.
Ministra
de Ciencia e
Innovación

El mejor legado que nuestra generación puede dejar a las venideras es un mundo más habitable. El principal desafío colectivo de esta década es frenar el cambio climático, que está causando daños irreversibles en todo el planeta. En este contexto, crear una alternativa energética verde, inagotable y segura es una misión inaplazable para el Gobierno de España. Y hoy disponemos de tres herramientas indispensables para lograrlo, para conseguir ser una nación capaz de generar riqueza sin emitir gases de efecto invernadero, la clave para la competitividad futura tanto de los países como de las empresas.

La primera herramienta es la voluntad política. Queremos y estamos empezando a liderar una transición energética justa a nivel global. Hoy ya somos el quinto país en producción de energía eólica, acogemos el 20% de todos los proyectos relacionados con hidrógeno verde del mundo y exportamos soluciones a Europa, como la solución ibérica para contener los precios de la electricidad o el impulso de una reforma del mercado eléctrico que garantice una energía limpia, segura y a precios asequibles.

La segunda herramienta son los recursos. Estamos destinando a la transición energética el 40% de los fondos europeos de recuperación y, solo desde el Ministerio de Ciencia e Innovación, hemos multiplicado por cuatro la inversión directa anual en I+D+I en nuevas formas de energía. Pero el principal recurso de nuestro país es el sol, el viento y, sobre todo, nuestro excelente y fructífero talento científico, innovador y emprendedor, el capital humano

que hoy estamos cuidando de forma prioritaria y sin precedentes en la historia de España.

Y la tercera herramienta son las reformas legislativas e iniciativas ambiciosas que ya estamos desplegando, como la Ley del Cambio Climático o el PERTE para Energías Renovables, Hidrógeno Renovable y Almacenamiento, uno de los pioneros proyectos de país, donde las administraciones públicas y las empresas trabajamos juntas para crear las soluciones innovadoras, de alto componente científico y tecnológico, a los retos contemporáneos.

Esta apuesta firme por la transición energética ha hecho posible también, por ejemplo, que la sociedad y la economía española ganen en autonomía estratégica y resiliencia ante envites como el chantaje energético de Putin. Y también está favoreciendo la creación de un nuevo modelo productivo más sostenible, de empleo de calidad para nuestros jóvenes y la revolución de nuestro mercado laboral, que ya ha cambiado de paradigma: desde 2020, uno de cada cuatro nuevos empleos en España es en el sector de la I+D+I. Concretamente, somos el tercer país de la Unión Europea con más empleos relacionados con las energías renovables.

Hay motivos para la esperanza: hoy más que nunca, la ciudadanía española está al lado de la ciencia; y los representantes públicos, desde las instituciones, hemos de estar del lado de la ciudadanía, facilitando oportunidades y soluciones como la alternativa energética, que vendrán de la mano de la investigación científica, la innovación y la industria.

Presentación

**Imma Aguilar
Nàcher.**
Directora
General de
FECYT

En 2022 pusimos en marcha "Tendencias" una serie de publicaciones con las que analizamos las tendencias más relevantes de la investigación, la innovación y la percepción social ante los grandes desafíos globales desde una perspectiva multidisciplinar. Este año el tema elegido ha sido la energía, un factor clave para el desarrollo y bienestar de la sociedad, y en concreto las energías renovables. El tema es más que pertinente en un contexto de creciente preocupación por el cambio climático y, no menos importante, cuando inestabilidades logísticas, sociales o políticas pueden amenazar el suministro de energía.

El estudio, al igual que el del año 2022, que versaba sobre el COVID, está estructurado en tres partes, pues no hay mejor manera para abordar un tema complejo que incluir perspectivas diferentes. En la primera parte analizamos la opinión de la sociedad y exploramos sus grandes preocupaciones, prioridades y percepciones en materia energética, acerca del cambio climático y sobre las energías renovables.

En la segunda parte ofrecemos datos sobre la investigación que se está realizando en España y en todo el mundo en el ámbito de las energías alternativas. Esta segunda parte termina con resumen visual con las ventajas, limitaciones,

impactos y usos de las energías renovables. En la tercera hemos preguntado a las empresas para conocer su punto de vista y saber en qué innovaciones están trabajando en este ámbito.

Agradezco a todos los expertos y expertas su participación en el informe, así como a las empresas, especialmente a las catorce startups que han colaborado en una encuesta que permite obtener una visión general a cerca de las líneas de trabajo que son tendencia en materia de energías verdes.

El informe sintetiza la enorme cantidad de información recabada por nuestro departamento de Estudios en multitud de infografías e imágenes que ilustran de manera clara y sencilla los datos más relevantes. Y precisamente con los datos en la mano, no desvelo nada si les adelanto que la mayoría de las personas son conscientes del cambio climático y cree necesario acometer una reforma del modelo energético. Se trata, sin duda, de un reto complejo que toca ámbitos como la economía y el bienestar, pero también la sostenibilidad y la seguridad. Por eso, solo puede ser abordado con una perspectiva multidisciplinar. Nuestro único deseo, con este informe, es ofrecer una visión de 360 grados con datos, opiniones expertas y, en última instancia, contribuir al debate. Juzguen ustedes si lo hemos conseguido.

Introducción

"Las energías renovables: inquietudes sociales y nuevos desarrollos científico-tecnológicos. Un desafío transdisciplinar" es la segunda publicación de la serie "Tendencias" con la que FECYT analiza nuevas tendencias de la investigación y la innovación ante grandes desafíos globales. La publicación se estructura en tres partes: **Sociedad, investigación e innovación** en las que se analizan las inquietudes actuales de la sociedad en general, de la comunidad investigadora y del tejido empresarial ante el despliegue y los nuevos desarrollos que se están llevando a cabo en el ámbito de las energías renovables para frenar el cambio climático.

Para la elaboración de este informe hemos contado con la colaboración de 18 expertas y expertos del ámbito de las energías renovables (representantes de la comunidad investigadora española en el tema, la sociología medioambiental y empresas del sector energético) que han interactuado en una discusión y diálogo abiertos. Asimismo, en este estudio recabamos las opiniones y reflexiones de cada uno de ellos con el objetivo de obtener una visión multidisciplinar del reto social que supone la transición ecológica.

Otra de las señas de identidad de esta serie de informes es la aportación de datos de encuestas e indicadores de los resultados de la investigación e innovación en el tema. Por este motivo, hemos iniciado el camino de este informe con una encuesta de percepción social sobre el apoyo a las energías renovables en España, elaborada *ad hoc* para este análisis. Además, se ofrecen datos de los proyectos de I+D+I en el tema financiados con ayudas públicas, los principales indicadores de la producción científica española en energías renovables, datos sobre patentes y sobre las últimas tendencias temáticas en la innovación en el ámbito de las energías renovables.

En la primera parte del informe se analiza **la respuesta de la sociedad española ante el cambio climático y el apoyo a las energías renovables**. Se muestran los principales datos del Eurobarómetro Especial nº 527¹, publicado en octubre de 2022, sobre la percepción de la equidad de la transición ecológica, en la que se relacionan los datos de España con la media de Europa. Además, se presentan los principales resultados y conclusiones de la Encuesta de percepción social sobre el apoyo a las energías renovables en España². Por último, se exponen las principales conclusiones de la mesa redonda, organizada por FECYT el 16 de enero de 2023, sobre la respuesta de la sociedad ante el cambio climático, que reunió a un grupo de expertas y expertos en el ámbito de la sociología medioambiental; así como las reflexiones de cada uno de ellos en torno a, entre otros, los siguientes temas: educación y cambio climático, tecno-optimismo, pobreza energética, gobernanza cooperativa y vulnerabilidad social.

¹ <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2672>

² <https://www.fecyt.es/es/publicacion/energias-renovables-inquietudes-sociales-y-nuevos-desarrollos-cientifico-tecnologicos>

Para esta primera parte hemos contado con expertas y expertos de las siguientes instituciones académicas: Universidad de Alicante, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Extremadura, Universidad de Valencia, Universidad de Valladolid y Universidad de Zaragoza.

En la segunda parte se estudia la **investigación que se está desarrollando en España en el ámbito de las energías renovables**. La publicación recopila datos de los proyectos de I+D+I en el tema financiados con ayudas públicas entre 2017 y 2020 a partir de datos del Sistema de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI); se muestran los principales indicadores de la producción científica española en el período 2017-2022, indizada en la base de datos *Scopus*³, y su comparación con el resto de los países que son líderes en el área de las energías renovables, sostenibilidad y medioambiente; y, por último, los datos de las patentes en esta área a partir de 2017, también obtenidos a partir del SICTI.

Además, se presentan las principales conclusiones extraídas del debate llevado a cabo por un grupo de trabajo de expertas y expertos que creó FECYT para conocer el contexto actual de la investigación y la innovación en España en energías renovables; así como las reflexiones de cada uno de ellos en torno a los siguientes temas: descarbonización industrial, las tecnologías del hidrógeno, bioenergía y biomasa, biocarburantes, y sostenibilidad y seguridad de la energía.

Hay que señalar también que al final de esta segunda parte se muestran, a través de infografías, las principales ventajas, limitaciones, impactos y usos de las energías renovables, así como los tipos de almacenamiento de energía que existen.

En esta segunda parte han participado representantes de la comunidad investigadora experta en energías renovables de las siguientes instituciones: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ), Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR-CSIC), Instituto de Tecnología Química (ITQ-UPV-CSIC) y Universidad de Sevilla.

En la tercera parte se identifican las principales **tendencias en desarrollo de la de la innovación en energías renovables en España** a partir del análisis de los registros obtenidos en la plataforma *Linknovate*⁴, que realiza sus consultas en fuentes públicas de internet (*publicaciones científicas, conferencias, contenido web, proyectos, artículos, estudios científicos, subvenciones y líneas de investigación*, entre otras). Se incluyen las infografías con los principales retos de la investigación e innovación en España en energías renovables.

³ <https://www.elsevier.com/es-es/solutions/scopus>

⁴ <https://www.linknovate.com/>

Además, para conocer que está haciendo el sector energético español en el ámbito de las energías renovables, hemos recabado opiniones y experiencias de varias empresas, no sólo de aquellas que ya son punteras en el sector de las renovables, caso de Solaria, sino también de aquellas que siendo líderes en la producción de energía a partir de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), como Repsol y Cepsa, están desarrollando soluciones sostenibles para contribuir a la transición energética. Por este motivo, hemos contado con la opinión de representantes de las secciones de investigación e innovación de estas dos empresas: Repsol Technology Lab y Centro de Investigación de CEPSA.

Por último, y con el objetivo de obtener una visión global de las empresas del sector de las energías renovables en España, hemos extraído información de jóvenes empresas (startups) que trabajan en algunos de los campos relacionados con las energías verdes y renovables. En este informe se muestran los resultados de la encuesta realizada a catorce de estas empresas: Arrecife Energy Systems, Eolion Energía, FlexiDAO SES, H2B2 Electrolysis Technologies, Hybrid Energy Storage Solutions, MUON SYSTEMS, MyEnergyMap, Onyx Solar Energy, Solatom, RatedPower, Thermophoton, Veltium Smart Chargers, Wattabit y WEGAW.

A continuación, se ofrece un breve resumen del Marco Estratégico de Energías y Clima y una recopilación de conceptos, relacionados con el cambio climático y las energías renovables, imprescindible para comprender las opiniones y reflexiones de las expertas y expertos que han participado en este informe.

Marco estratégico de políticas públicas de energía y clima

El Gobierno de España⁵ aprobó, en febrero de 2019, el Marco Estratégico de Energía y Clima a través del cual se pondrán en marcha medidas que faciliten el cambio hacia un modelo económico sostenible y competitivo que contribuya a poner freno al **cambio climático**⁶.

Tres piezas claves constituyen este Marco: la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), y la Estrategia de Transición Justa.

La [Ley de Cambio Climático y Transición Energética](#), marco normativo e institucional para facilitar la progresiva adecuación de nuestra realidad a las exigencias que regulan la acción climática. Esta herramienta facilitará y orientará la **descarbonización**⁷ de la economía española a 2050. Esta Ley plantea que el sistema eléctrico sea 100% renovable y neutro en emisiones de gases de efecto invernadero para el conjunto de la economía en el año 2050.

El [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030](#), documento estratégico que define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de **energías renovables**⁸ y de eficiencia energética. El PNIEC plantea una reducción del 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el año 2030 respecto al nivel de 1990. Además, el PNIEC contempla alcanzar en el año 2030 un 42% del consumo de energías renovables sobre el consumo de energía final, lo que implica duplicar la cifra que se espera alcanzar este año 2020. En el caso de generación eléctrica, el porcentaje de renovables sería del 74%. La eficiencia energética del país mejoraría un 39,5% durante la década 2021-2030.

La [Estrategia de Transición Justa](#), instrumento que permite la identificación y adopción de medidas que garanticen a trabajadores y territorios afectados por la transición hacia una economía baja en carbono, un tratamiento equitativo y solidario. El objetivo es que no se produzcan impactos negativos sobre el empleo ni la despoblación.

Por su parte, la [Estrategia nacional contra la pobreza energética](#) integra todas las actuaciones en curso y previstas en las distintas políticas públicas para luchar contra la pobreza energética y garantizar el ejercicio efectivo de ese derecho de todos los ciudadanos a la energía.

El [Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia \(PRTR\)](#), dirigido a contrarrestar el impacto de la pandemia sobre la inversión y la actividad económica mediante el empleo de los instrumentos comunitarios de financiación Next Generation EU, incorpora una importante agenda de inversiones y reformas estructurales, que se interrelacionan y retroalimentan para lograr cuatro objetivos transversales: avanzar hacia una España más verde, más digital, más cohesionada desde el punto de vista social y territorial, y más igualitaria. El PRTR establece que casi un 40% de las inversiones se destinarán a la transición ecológica.

⁵ <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/marco-estrategico-energia-clima/>

⁶ Se llama **cambio climático** a la variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a causas naturales y a la acción del hombre y se produce sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc., a muy diversas escalas de tiempo. En la actualidad existe un **consenso científico**, casi generalizado, en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que provocará, a su vez, serios impactos tanto sobre la tierra como sobre los sistemas socioeconómicos.

⁷ La descarbonización es un proceso progresivo de reducción de nuestras emisiones de carbono a la atmósfera. Estas emisiones, principalmente de dióxido de carbono, son consecuencia de la actividad humana y la manera en que producimos nuestra energía, así como de la ganadería y la agricultura intensivas.

⁸ **Energías renovables**: Energías primarias obtenida de fuentes naturales inagotables o casi inagotables como el sol, el viento, las mareas, las olas del mar, el agua de los ríos, la vegetación o el calor interno de la Tierra.

El [PERTE de Energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento](#) es el cuarto de los proyectos estratégicos del PRTR, y busca apuntalar las áreas asociadas a la transición energética en la que España está bien posicionada, como las energías renovables, la electrónica de potencia, el almacenamiento o el hidrógeno renovable, y reforzar aquellas con menor presencia.

Adicionalmente, a la vista del incremento en las tensiones geopolíticas y en los mercados, el [Plan +SE \(Plan Más Seguridad Energética\)](#) se dirige a aportar más seguridad frente a los precios de la energía a los hogares y al conjunto de la economía española, y contribuir a incrementar la seguridad de suministro de la Unión Europea. Se trata de un plan con medidas de rápido impacto dirigidas al invierno 2022/2023, junto con medidas que contribuyen a un refuerzo estructural de esa seguridad energética.

La contribución de Ministerio de Ciencia e Innovación a la transición ecológica

El PRTR contempla la **reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI)** para abordar los grandes desafíos como el de la transición ecológica y justa.

El SECTI ha alcanzado estándares de excelencia investigadora, sobre todo en lo que respecta a publicaciones científicas y a participación en programas internacionales. Sin embargo, es necesario fortalecer y reforzar la eficacia y eficiencia de las políticas de investigación e innovación y de sus agentes. La mejora de la gobernanza y coordinación es una vía para fortalecer estos aspectos, pero también es necesario reforzar la rendición de cuentas y la medición de resultados, tanto de las políticas como de los agentes del SECTI.

Marco de referencia para el fortalecimiento del SECTI:

- ▶ **La nueva Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación** (Ley 17/2022, de 5 de septiembre) es el principal marco normativo para el fomento de la investigación científica y técnica y sienta las bases para una nueva carrera científica en España, profundiza en la transferencia de conocimiento con el fin de orientarla al mercado y articula una mejor gobernanza del sistema español de ciencia, tecnología e innovación.
- ▶ **La Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación (EECTI) 2021-2027**, diseñada para facilitar la articulación de nuestra política de I+D+I con las de la Unión Europea (UE) para así poder aprovechar las sinergias entre programas. En la EECTI, se identifican las siguientes líneas estratégicas de I+D+I: "clima, energía y movilidad"; "alimentación, bioeconomía, recursos naturales y medio ambiente"; y, "exploración, análisis y prospectiva de la biodiversidad".

En el PRTR, se identifican un conjunto de acciones que contribuirán sustancialmente a la consecución de los objetivos climáticos y medioambientales en línea, además, con el Plan Nacional Integrado de Ciencia y Clima (PNIEC) 2021-2027. En concreto, en el PRTR se han previsto las siguientes inversiones⁹ en la investigación e invocación para contribuir a la transición ecológica:

⁹ <https://www.ciencia.gob.es/en/Noticias/2022/Septiembre/Diana-Morant-El-Gobierno-de-Espana-va-a-movilizar-mas-de-800-Millones-de-euros-en-proyectos-de-investigacion-en-transicion-energetica.html>

1. Inversión monotemática, "Medioambiente, cambio climático y energía", que desarrolla medidas vinculadas a la protección medioambiental, la lucha contra el cambio climático, las nuevas fuentes de energía y tecnologías, y materiales clave para la transición energética. En concreto, entre otros se van a ejecutar, los siguientes proyectos de investigación: plásticos sostenibles para una economía circular; proyecto sobre el cambio climático e impacto en las reservas de agua; proyecto para la prevención y gestión de riesgos relacionados con el cambio climático (inundaciones),...
2. Inversión monotemática, "Automoción sostenible" (PTAS) para el desarrollo de sistemas de almacenamiento energético de muy bajas emisiones y alta reciclabilidad, promoviendo, además, un sistema de movilidad de alta eficiencia a partir del hidrógeno.
3. Otras inversiones:
 - ▶ Ayudas Cervera a centros tecnológicos y pymes y midcaps¹⁰ para la realización de I+D+I en tecnologías prioritarias enmarcadas en la red de excelencia en energía y clima; compra pública innovadora dirigida a la innovación verde, por ejemplo, en el contexto de las energías renovables; y capital riesgo planteado en el ámbito de la energía limpia.
 - ▶ Nueva convocatoria de proyectos de investigación sobre la transición verde y digital cuyo objeto será, fundamentalmente la financiación de proyectos de investigación sobre la producción y utilización de fuentes de energía limpias y eficientes, la infraestructura energética, la gestión de los recursos hídricos y de los residuos y el transporte sostenible.

¹⁰ Empresas de mediana capitalización

Conceptos relacionados con el cambio climático y las energías renovables

En palabras de Ernest García, sociólogo de la Universidad de Valencia y colaborador de este informe, la **"transición ecológica"** sería un eventual proceso de cambios en los sistemas de producción y consumo, así como en las instituciones sociales y políticas y en las formas de vida y los valores de la población, que llevase de la situación actual, demasiado costosa ambientalmente y llena en consecuencia de riesgos excesivos, a una situación futura ambientalmente sostenible, compatible con la capacidad del planeta para mantener las actividades humanas; y todo ello sin alterar sustancialmente la organización de las actividades económicas"¹¹.

La [Fundación Aquae](#), define la **transición ecológica**¹² como "un proceso de transformación social con el objetivo de avanzar hacia un modelo de **desarrollo sostenible**¹³, siendo la **transición energética** para la mitigación del cambio climático una parte fundamental de su hoja de ruta, sin obviar la vinculación al desarrollo rural y a la preservación de los servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar y la salud humanas como el agua, el suelo, los bosques, los océanos, el paisaje, la cultura y la biodiversidad. El concepto de transición ecológica abarca, por tanto, el conjunto de medidas y estrategias adoptadas en la esfera política, económica y social para la lucha contra la contaminación y el cambio climático y para la protección de la biodiversidad y de los recursos naturales." (Glosario de la sostenibilidad. Fundación Aquae & Mónica Fernández Aceituno).

Para definir la transición energética y términos asociados, nos hemos remitido a la información proporcionada por Repsol, una de las empresas del sector energético que ha participado en la elaboración de este informe, en concreto a través de [Repsol Technology Lab](#).

La **Transición energética**¹⁴: es el conjunto de cambios en los modelos de producción, distribución y consumo de la energía para evitar las emisiones de gases de **efecto invernadero**.

El principal causante del cambio climático es el efecto invernadero. Determinados gases presentes en la atmósfera retienen parte de la radiación térmica emitida por la superficie terrestre, provocando el calentamiento global. Muchos de esos **gases de efecto invernadero** están presentes de forma natural; sin embargo, la actividad humana ha provocado que aumente la concentración de algunos de ellos en la atmósfera, sobre todo el dióxido de carbono (CO₂). El objetivo de este cambio es transformar el sistema energético, potenciando las energías renovables, la **economía circular** y otras formas de reducción de emisiones.

Este movimiento implica concienciar sobre el **consumo responsable** y sostenible de la energía, así como establecer pautas de **eficiencia energética** a través de la electrificación y digitalización de todos los procesos y sectores de la economía.

Además, el cambio hacia un modelo de producción de energía más sostenible no consiste sólo en el abandono de las fuentes fósiles, indispensables en ámbitos tan relevantes como el transporte aéreo o la industria naval. Así, entre las acciones que contemplan la transición energética se encuentran las siguientes:

¹¹ https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM%2FPDF_AM_Ambienta_2018_125_86_100.pdf

¹² <https://www.fundacionaquae.org/glosario/transicion-ecologica>

¹³ Según la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo creada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU): "El desarrollo sostenible satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, garantizando un equilibrio entre el crecimiento y la protección del medio ambiente"

¹⁴ <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/transicion-energetica/que-es-la-transicion-energetica/index.cshtml>

- ▶ Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo el uso de nuevos combustibles más sostenibles como los combustibles sintéticos o los biocombustibles.
- ▶ Uso de energías renovables, impulsando la generación eléctrica de bajo carbono y fomentando la electrificación de los principales sectores de la economía.
- ▶ Mejora la eficiencia energética, tanto de las empresas, como de la sociedad, y fomento de la reducción de su huella de carbono¹⁵.

La **economía circular**¹⁶ es un nuevo modelo de producción y consumo que garantiza un crecimiento sostenible en el tiempo. Con la economía circular promovemos la optimización de recursos, la reducción en el consumo de materias primas y el aprovechamiento de los residuos, reciclándolos o dándoles una nueva vida para convertirlos en nuevos productos. El objetivo de la economía circular es, por tanto, aprovechar al máximo los recursos materiales de los que disponemos alargando el ciclo de vida de los productos. La idea surge de imitar a la naturaleza, donde todo tiene valor y todo se aprovecha, donde los residuos se convierten en un nuevo recurso. Así, se logra mantener el equilibrio entre el progreso y la sostenibilidad.

El **consumo responsable**¹⁷ tiene como objetivo integrar los aspectos sociales, ambientales y éticos en las decisiones de compra. Así, los consumidores comprometidos con este modelo son personas informadas que buscan minimizar la huella ecológica con sus acciones y ejercer un efecto positivo en la sociedad.

El concepto de **eficiencia energética**¹⁸ hace referencia a la capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad posible de recursos energéticos. Permite reducir el consumo de cualquier tipo de energía y con ello los posibles impactos ambientales asociados a ella. Esto es aplicable desde la generación de dicha energía hasta su consumo final.

Mención aparte merece el **hidrógeno**, para explicar brevemente sus características, se ha recabado la información de CEPSA¹⁹, otra de las empresas del sector energético que ha participado en la elaboración de este informe, en concreto el Centro de Investigación de Cepsa.

La capacidad del hidrógeno verde para descarbonizar el sector del transporte convierte esta materia prima en un factor decisivo para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones marcados por la Unión Europea.

El hidrógeno, es un materia prima incolora, inodora e insípida. El más abundante del universo -puede considerarse ilimitado- y el más ligero. Sin embargo, no todo tipo de hidrógeno es igual; puede ser gris, azul o verde, en función de su origen. El gris y el azul proceden de combustibles fósiles, que generan CO₂ -en el caso del segundo, las emisiones resultantes se capturan posteriormente, se almacenan y no se liberan a la atmósfera-, mientras que el **hidrógeno verde** no las genera, ni durante su combustión ni durante el proceso de producción. Hay varios caminos para la obtención del hidrógeno verde. El más común es utilizar el agua y emplear el proceso de electrólisis, separando moléculas de oxígeno e hidrógeno mediante corrientes eléctricas de origen renovable.

¹⁵ La huella de carbono es un indicador ambiental que refleja la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), expresada como CO₂ equivalente, que es emitida directa o indirectamente como consecuencia de una actividad determinada

¹⁶ <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/economia-circular/index.cshhtml>

¹⁷ <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/transicion-energetica/consumo-responsable/index.cshhtml>

¹⁸ <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/cambio-climatico/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/index.cshhtml>

¹⁹ <https://www.cepsa.com/es/planet-energy/energia-con-futuro/hidrogeno-verde-para-la-descarbonizacion-del-transporte>



Resumen ejecutivo

La energía es un factor clave para el desarrollo y bienestar de la sociedad, y su consumo ha acompañado desde hace siglos a su progreso. Todos los investigadores y expertos consultados señalan que, en la actualidad, además de la preocupación por disponer de los recursos necesarios para conseguirla, se unen los conceptos de sostenibilidad y seguridad: sostenibilidad para asegurar que su uso no va a afectar al medioambiente, y seguridad, quizás una preocupación más reciente, para que las inestabilidades logísticas, sociales o políticas no afecten a su disponibilidad y continuidad.

Las energías renovables se están convirtiendo en una alternativa cada vez más importante a las fuentes de energía tradicionales como el petróleo, el gas y el carbón. Esto se debe a una creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En términos de participación en la generación de electricidad, las energías renovables han experimentado un rápido crecimiento en los últimos años. La energía eólica es la más importante en el mix²⁰ de generación de energía nacional y supone el 23%²¹ de la producción total en el último año. Le siguen la solar (12% y la hidráulica (8%).

El informe **“Las energías renovables: inquietudes sociales y nuevos desarrollos científico-tecnológicos. Un desafío transdisciplinar”** analiza las actitudes y preocupaciones de la sociedad española ante el uso de las energías renovables y el papel que la investigación y la innovación están jugando en su desarrollo, íntimamente vinculado a la necesidad de desplegar rápida y masivamente energías limpias para atajar nuestra dependencia de los combustibles fósiles (caros, contaminantes y en manos de potencias extranjeras) y frenar el cambio climático.

²⁰ Mix energético, o matriz energética, es la combinación de fuentes de energía primaria que se utiliza en una zona geográfica

²¹ Datos extraídos de Red Eléctrica para el período de abril de 2022 a marzo de 2023. <https://www.ree.es/es/datos/generacion>

Todos los investigadores/as y expertos/as consultados coinciden en que gracias a las energías renovables se podrá realizar un cambio de modelo energético que entrelace tres ejes fundamentales: descarbonizar el sistema eléctrico, el transporte, la industria, la vivienda, etc.; electrificar la economía; y aumentar la eficiencia energética (incluyendo el ahorro energético).

Sin embargo, no sólo se puede poner el foco en las cuestiones que atañen a los desarrollos científico-tecnológicos de las energías renovables y las ventajas que su inclusión tiene a nivel de sostenibilidad. Resulta imprescindible atender también al impacto que la explotación de estas fuentes de energía tiene sobre aquellas personas que se benefician de su uso. De esta forma, las percepciones de la ciudadanía, qué conoce, cómo ve, valora y piensa acerca de las energías renovables, su aceptación a nivel social y su preocupación e interés en aumentar la capacidad renovable, se convierten en factores claves que hacen de las diferentes personas que componen la sociedad actores claves en el proceso de transición ecológica a modelos menos contaminantes.

Los expertos/as en sociología medioambiental subrayan que es necesario entender cómo la sociedad va percibiendo la crisis climática y la transición ecológica; imprescindible innovar en dinámicas de incentivos y de generación de acuerdos; fundamental encontrar la manera de aplicar criterios de justicia tanto a las personas como a los territorios que hagan realidad el principio de transición justa y que eviten que se generen nuevas brechas sociales o que se amplíen las ya existentes.

La respuesta de la sociedad española ante el cambio climático y el apoyo a las energías renovables

Como se ve en la [Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2022](#), la gran mayoría de la ciudadanía (78,5%) considera que el cambio climático es un problema grave o muy grave. Sólo el 5,8% cree que este fenómeno depende principalmente de procesos naturales y el 64,9% considera la acción humana determinante en el cambio climático. El cambio climático y el precio de la energía son el segundo y tercer problema en los que existe mayor porcentaje de población que está totalmente de acuerdo en que la ciencia y la tecnología puede resolverlos. Esta preocupación produce cambios en los hábitos, como la reorientación a la compra de productos o el abandono de otros por cuestiones éticas o para cuidar el medioambiente (el 44% de la población afirma haberlo hecho).

Uno de objetivos de la Encuesta de percepción social sobre el apoyo a las energías renovables en España elaborada *ad hoc* para este informe es poder aportar a los/as decisores/as públicos/as conocimiento acerca de las actitudes hacia las energías renovables y los impactos percibidos de las mismas para que puedan realizar una planificación adecuada de la transición energética.

Las percepciones de la ciudadanía, qué conoce, cómo ve, valora y qué piensa acerca de las energías renovables, su aceptación a nivel social y su preocupación e interés en aumentar la capacidad renovable, se convierten en factores clave que hacen de las diferentes personas que componen la sociedad actores esenciales en el proceso de transición ecológica a modelos menos contaminantes.

Los resultados de la Encuesta de percepción social sobre el apoyo a las energías renovables en España muestran que:

- ▶ Las grandes **preocupaciones** de la sociedad española relacionadas con la energía son: la subida del precio de la energía (94,7%), la escasez de energía (92,4%), evitar el cambio climático (91,5%) y la contaminación producida por las fuentes energéticas utilizadas (90,6%).
- ▶ Las **prioridades** percibidas en materia energética son, en primer lugar, las de garantizar el abastecimiento energético (66,9%) y los precios de la energía razonables para los consumidores (63,3%).
- ▶ La población reconoce que las energías extraídas de fuentes renovables tienen mejores **impactos** en la salud humana (50,9%) y en el medioambiente (47,7%) que las que emplean energías fósiles. Asimismo, reconoce que tienen ventajas para la economía española (40,8%).
- ▶ Existe una confianza mayoritaria en que la **investigación** en materia de energías renovables ayudaría a alcanzar distintos objetivos, especialmente la protección del medio ambiente (93,9%) y garantizar el abastecimiento energético (90%).
- ▶ La mayoría de las personas muestran un apoyo muy elevado al uso de energías renovables para los suministros de electricidad, calefacción y combustible (61%).
- ▶ Una cuarta parte de la población cambiaría su proveedor energético a una energía renovable incluso si se incrementase el precio de su factura actual (23,3%).

En resumen, los resultados de la encuesta muestran que la sociedad española está preocupada por la subida del precio de la energía, la escasez de energía, el cambio climático y la contaminación producida por las fuentes de energía utilizadas y que estas preocupaciones conducen a un sentir bastante generalizado por **priorizar la protección del medioambiente y el desarrollo de energías renovables**. Se observa que éstas se perciben como una posible vía de mejora para ambas cuestiones y que, posiblemente por este motivo, obtienen un mayor respaldo que las basadas en energías fósiles, a las que se atribuyen mayores riesgos.

También llama la atención el alto **nivel de desconocimiento de algunas de las fuentes** (la geotermia, la energía mareomotriz y el hidrógeno verde). Por esto, resulta de gran importancia aportar una **mayor divulgación** en esta materia, para que la ciudadanía conozca las diferentes alternativas, así como las consecuencias de cada una de ellas a corto, medio y largo plazo.

Los **expertos del ámbito de la sociología medioambiental** exponen que la confianza de la población en que las energías renovables son la solución a la crisis climática, si bien incita a apoyar las medidas de transición energética, también conlleva el efecto perjudicial de estimular el tecno-optimismo, es decir la creencia de que su aplicación bastará para garantizar un escenario climáticamente neutro o de cero emisiones de carbono.

Además, observan una contradicción entre una concienciación ecológica ampliamente extendida y unas prácticas de vida en las que esta conciencia no se refleja, por lo que, si se quiere impulsar la transición ecológica, es necesario comenzar a comunicar en positivo, ilusionando a partir de lo que se puede hacer y resaltando los beneficios que tiene la *acción* en contraposición a los costes de la *no-acción*. Al mismo tiempo, es necesario también cambiar la percepción que asocia las energías renovables sólo a un gran esfuerzo y coste económico, por una apreciación de éstas como necesidad colectiva, incluso de beneficio personal.

Asimismo, indican que es imprescindible prestar mayor atención a aquellos grupos poblacionales que pueden ser perjudicados por la transición energética o que parten ya de situaciones de desigualdad, por ejemplo, sufriendo la pobreza energética, esto es, la incapacidad de alcanzar un cierto confort térmico en una determinada vivienda particular. De ahí la certeza, para estos expertos, de que la transición debe ser, además de ecológica, justa. Para llevar a cabo esta transición, formulan las siguientes recomendaciones:

- ▶ Crear **comunidades de aprendizaje**, integrando conocimiento, actitud y práctica.
- ▶ Abrir **espacios de diálogo** que den importancia a aquellos que no pueden tomar la palabra, como las nuevas generaciones, la fauna y la flora e incluso los espacios físicos.
- ▶ Promover una **visión multidimensional del cambio climático**, que no se asocie únicamente a los efectos más mediáticos como son las catástrofes climáticas y los elementos atmosféricos extremos.
- ▶ Elaborar un **modelo educativo** en el que se contemplen los principales desafíos ambientales a los que nos enfrentamos como sociedad.
- ▶ Impulsar una **alfabetización climática** que profundice en el conocimiento que las ciencias naturales nos brindan sobre la materia, pero sin descuidar las aportaciones realizadas desde otras disciplinas (las ciencias políticas, sociales, económicas y las humanidades) para elaborar **una visión global de la actual crisis climática**.
- ▶ Plantear la respuesta al cambio climático como la **adaptación de mecanismos de respuesta a fenómenos ya existentes** (inundaciones y sequías) con los que vamos a tener que aprender a convivir.
- ▶ Observar la **vulnerabilidad** de la población y las maneras desiguales en las que enfrentamos, nos enfrentamos o nos adaptamos a los impactos del cambio climático.

La investigación en España en el ámbito de las energías renovables

En el análisis de los proyectos de I+D+I relacionados con las energías renovables y financiados con ayudas públicas entre 2017 y 2020, extraídos de los registros de la base de datos del Sistema de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI), cabe destacar lo siguiente:

- ▶ Se identificaron **1.106 proyectos de I+D+I del ámbito de las energías renovables** financiados con programas nacionales de ayudas públicas.
- ▶ El importe total concedido fue **de 374,4 millones de euros**.
- ▶ En 2020 se aprecia un incremento superior al 45%, tanto en número de proyectos como en importe concedido.
- ▶ La tercera parte de la financiación se concedió a proyectos de investigación en **biomasa** (casi 130 millones de euros). La investigación en energía eólica contó con 59 y en energía solar con 52 millones de euros.
- ▶ El centro con mayor número de proyectos concedidos fue el CSIC (94). Le sigue la Universidad de Zaragoza (27 proyectos), la Universidad Politécnica de Madrid (24 proyectos), la Universidad de Córdoba (23 proyectos) y la Universidad del País Vasco (20).
- ▶ El CSIC también encabeza la lista de entidades con mayor financiación concedida (15,4 millones de euros). A continuación, las entidades que recibieron 5 o más millones de euros fueron empresas privadas, entre las que se encuentran Siemens Gamesa Renewable Energy Innovation & Technology S.L. (13,7 millones de euros concedidos).

*El estudio de la **producción científica española en energías renovables** en el período 2017-2022, a partir de datos [Scopus](#), señala que:*

- ▶ **España es el octavo país del mundo** en número de publicaciones, con **16.512 documentos** y participa en el **3,6%** de la producción científica mundial sobre el tema. Entre 2017 y 2021 se ha **duplicado** la producción científica española en el ámbito de las energías renovables.
- ▶ El **23%** de las publicaciones españolas son de **excelencia** porque pertenecen al conjunto del 10% de las más citadas del mundo en ese ámbito.
- ▶ El **66,3%** de la producción científica española está **liderada** por un/a autor/a que pertenece a una institución de investigación de España y el **23,3%** de las publicaciones de España están **lideradas por una mujer**.
- ▶ El **43%** de la producción científica española se publica en las **revistas más relevantes** del mundo en el ámbito. Al final del período, en 2022 ha aumentado al 46%.

- El **50%** de la producción científica española se publica en **colaboración con otros países**, si bien en 2022 ya aumentado al 55%. El principal país colaborador de España es **Italia**, seguido de **Reino Unido** y **Alemania**.
- Las principales instituciones de España que publican sobre energías renovables, son CSIC y la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Politécnica de Cataluña, la Universidad de Sevilla, la Universidad del País Vasco y la Universidad Politécnica de Valencia.

*En cuanto a las **patentes**, también identificadas a partir de los registros del SICTI, se han analizado 963 patentes relacionadas con energías renovables y verdes entre 2017 y 2020, que principalmente se distribuyen en las siguientes tres áreas: El de "**energía eólica**" que contiene 163 patentes registradas, el de "**Biomasa**" que cuenta con 149 registros de patentes y el de "**energía solar**" con 145 patentes registradas. Por otro lado, las áreas en las que se detecta un menor número de patentes son la "mejora de procesos", "energía marina" e "hidrógeno", éste último, por tener un periodo de vida de estudio más reducido, al ser relativamente nuevo.*

Los investigadores y expertos en el ámbito de las energías renovables que debatió sobre la contribución de la investigación y la innovación que se realiza en España en energías renovables, señala que la cuestión crítica actual en materia de energías renovables se centra en la definición de una **estrategia sostenible a largo plazo**, pero ejecutable en el corto plazo, dada la imperiosa necesidad de **acelerar la transición energética por motivos climáticos, de soberanía energética y de reducción de precios**.

Exponen que existen tres objetivos fundamentales que afectarían a la estrategia: la sostenibilidad, los costes (precios) y la seguridad de abastecimiento energético. El reto es alcanzar un abastecimiento energético propio, soberano, para abandonar la dependencia de combustibles fósiles extranjeros contaminantes y caros, que puede llegar a tener efectos muy perjudiciales para la competitividad de las empresas, para la economía (inflación) y para la sociedad en general.

En opinión de los expertos, España tendrá que tomar la decisión de si seguirá siendo un país productor de energía generada a partir de combustibles que pertenecen a empresas extranjeras, con sus centros de investigación en otros países, o ser un país innovador apostando por grandes inversiones en investigación en energías renovables, superando el 2% del PIB. Esta vocación investigadora e innovadora en desarrollar tecnologías que permiten generar electricidad de forma autónoma y autóctona sólo podrá conseguirse destinando **amplios recursos económicos y financieros** (tanto públicos como privados) a la investigación en energías renovables.

Existe un acuerdo general sobre la obligación de impulsar las energías renovables para la **descarbonización de la economía** (eólica y solar fotovoltaica, fundamentalmente) y afirman que ésta no se puede llevar a cabo sin las **tecnologías del hidrógeno**, porque no se puede almacenar eternamente el CO₂, hay que convertirlo.

Afirman que con relación al **modelo energético de electrificación** completo surgen inconvenientes, tales como la generación de procesos industriales ineficientes. Si bien esta cuestión dependerá del diseño final del **mix energético** del que se dote España, incorporando almacenamiento con baterías, el despliegue masivo de electrolineras por la geografía española y la hibridación de las energías solar y eólica.

A partir de las decisiones tomadas en la estrategia, según los objetivos y visión de futuro para España, se establecerán las tecnologías más interesantes y los caminos para llegar. Se han recogido algunas propuestas. entre las que se pueden citar las siguientes:

- ▶ Potenciar la **energía eólica y solar**, tecnologías maduras y con una posición excepcional de España reconocida por la Unión Europea (gracias a la sobresaliente radiación solar de la Península Ibérica y a sus numerosas zonas de viento).
- ▶ Desarrollar un **catálogo diversificado de energías renovables** sin limitación, para utilizar la más conveniente según la región.
- ▶ Intensificar la investigación relacionada con el **hidrógeno renovable** para solucionar el problema de generación intermitente de energía a través del almacenamiento.
- ▶ Desarrollar **soluciones híbridas** adaptadas al entorno (ciudades, industrias, etc.) a partir de distintos tipos de energías renovables combinadas, generación de energía con almacenamiento intermitente y calor con electricidad.
- ▶ Promover el estudio sobre **la regulación y mecanismos de mercado** que garanticen la transición eficiente del modelo actual a un escenario descarbonizado.
- ▶ Investigar sobre el potencial de **flexibilidad de la demanda y la oferta** de energía, así como de mecanismos para aumentarlo, de modo que se pueda integrar la mayor cantidad de producción renovable.
- ▶ Impulsar una **red donde se comparta conocimiento** entre investigadores a nivel estatal, industria y Administraciones Públicas.

Por último, recomiendan facilitar rutas para el desarrollo de niveles de madurez tecnológica (TRLs)²² altos que permitan que las investigaciones puedan llegar a transferirse al tejido productivo y tener impacto económico y social.

²² El ciclo de inversión en I+D+I suele definirse por nueve niveles de madurez tecnológica (TRLs por sus siglas en inglés-Technological Readiness Level) que van desde la investigación básica hasta la puesta en mercado de un bien o servicio que incorpore la innovación tecnológica correspondiente.

Principales tendencias en desarrollo de la innovación en energías renovables en España

En el análisis de las principales tendencias en desarrollo de la innovación en energías renovables en España, obtenidas de los registros resultantes de las búsquedas en [Linknovate](#) por cada una de las fuentes de energías renovables y tecnologías de desarrollo asociadas a ellas, se identifican las siguientes:

- ▶ **Energía Eólica:** la principal tendencia se centra en la mejora de la eficiencia, pero también en nuevas instalaciones eólicas marinas con plataformas flotantes que permiten recoger los fuertes vientos de alta mar. Para aumentar la eficiencia se están desarrollando tanto mejoras en los aerogeneradores como tecnologías basadas en el dato para recoger la situación del medioambiente y de la propia instalación que se destinarán a la toma de decisiones.
- ▶ **Energía Solar/Fotovoltaica:** se están desarrollando mejoras con relación al diseño de los paneles, instalaciones con seguimiento del movimiento del sol, celdas solares de alta eficiencia o nuevos materiales de construcción. Actualmente se está buscando sustituir el silicio como base de construcción de las células fotovoltaicas por otros materiales. Se espera también una tendencia en el desarrollo de paneles fotovoltaicos de tipo flotante que utiliza el agua como soporte de la instalación en lugar del terreno.
- ▶ **Energía Hidráulica:** se están desarrollando mejoras en la eficiencia energética a partir de nuevos sistemas hidráulicos, unos sistemas de control de flujo más precisos y eficientes que permiten una mejor regulación del caudal y de la presión en los sistemas hidráulicos, mejoras en la seguridad y durabilidad de los componentes hidráulicos o la aplicación de tecnologías digitales como la telemetría y el control remoto.
- ▶ **Energía Marina:** Está en pleno desarrollo de tecnologías para la generación de energía a través de la corriente y las olas.
- ▶ **Energía Geotérmica:** Uno de los desarrollos más importantes ha sido el aumento de la eficiencia en la conversión de la energía geotérmica en electricidad a partir de sistemas de ciclo binario y sistemas de ciclo de Rankine. La aplicación de esta energía en los últimos años se está centrando en la climatización de edificios, por lo que se está investigando en nuevas formas de incluir la energía y tecnologías como las bombas de calor dual o cimentaciones que se activen mediante el calor en edificios.

- ▶ **Biomasa:** Uso de tecnologías más avanzadas para procesar la biomasa y extraer su energía de manera más eficiente principalmente de algas, microalgas y microorganismos. También se han desarrollado nuevos tipos de biocombustibles, como el biogás y el bioetanol. La generación de hidrógeno verde a partir de la electrólisis de biomasa es una de las corrientes con mayor innovación por las grandes ventajas del hidrógeno. También se han desarrollado sistemas de generación de energía a pequeña escala que utilizan biomasa para producir electricidad para hogares y comunidades rurales.
- ▶ **Hidrógeno:** Las principales tendencias se centran en la mejora de la producción de hidrógeno para llegar a incrementar la escala, en el desarrollo de redes de transporte y distribución amplias y seguras y en la reducción del coste de las pilas de combustible. Se investiga en nuevos elementos utilizados en la membrana de los electrolizadores tanto de aniones como de protones, además se está impulsando el desarrollo de electrolizadores de óxido de sólido. En los últimos años se ha incidido en el desarrollo de diversos métodos para el almacenamiento de hidrógeno, en particular se detecta un foco en aquellos que permiten mantenerlo a temperatura ambiente. Paralelamente, se están llevando a cabo importantes avances en la distribución de hidrógeno, tanto mediante redes exclusivas como a través de la combinación de infraestructuras de gases y de suministro, empleando las mismas infraestructuras utilizadas para distribuir gases como el gas natural o el gas licuado del petróleo (GLP).
- ▶ **Tecnologías de almacenamiento:** Los sistemas de almacenamiento son una parte esencial para la implantación de las energías renovables ya que algunas generan energía de forma intermitente y la demanda no suele estar alineada con la producción. Las tendencias actuales se centran en sistemas de almacenamiento eléctrico y en la optimización de su gestión. Se están desarrollando nuevos materiales avanzados, la inclusión de componentes para la conectividad con redes de distribución eléctrica inteligente (*smart grids*), tecnologías digitales para la optimización y nuevas tecnologías que permitan un escenario alternativo al litio, pero también las baterías de litio de próxima generación.
- ▶ **Mejora de procesos:** La utilización de redes de distribución eléctrica inteligente (*smart grids*) se posiciona como una pieza clave para el nuevo modelo energético ya que permitirá incluir un mayor porcentaje de energías renovables y se asocia con las ciudades que están transformando su modelo hacia un sistema de "ciudad inteligente" o *smart city*.



A la hora de analizar la dimensión social del cambio climático, si bien resulta indispensable el abordaje de sus causas-a través de estrategias orientadas a la transición energética, la modificación del modelo productivo o a acciones educativas-, resulta igualmente necesario afrontar sus consecuencias, dado que éstas son ya una realidad manifiesta

Guadalupe Ortiz. Socióloga.
Universidad de Alicante

LA RESPUESTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES



La gobernanza, el gran reto de la transición ecológica.

Cristina Monge. Politóloga.

Estudio tras estudio, en los últimos años se ha ido comprobando cómo la crisis climática ha ido ocupando un papel cada vez más relevante entre las preocupaciones de los europeos y las europeas. Lo vimos años atrás en movilizaciones protagonizadas por los más jóvenes. La pandemia, que puso de manifiesto la relación entre la salud de los ecosistemas y la de los humanos, fue un cambio cualitativo hacia delante. Meses después, la invasión de Ucrania ha mostrado la enorme factura que está pagando Europa por una política energética dependiente de combustibles fósiles procedentes de países como Rusia. Las evidencias científicas, la mayor importancia que los medios de comunicación le dan a la crisis climática, junto a la vivencia de los europeos soportando olas de calor como nunca antes, inundaciones devastadoras, incendios o sequías, son la base sobre la que se asientan las políticas públicas de transición ecológica, fortalecidas a través del plan de recuperación, transformación y resiliencia Next Generation.

La ambición y la urgencia son los grandes retos: Cómo acelerar la transición y alcanzar el máximo de desarrollo posible. Para ello, se necesita hacerlo bien. Algo más difícil (si cabe) cuando de hacer cambios profundos y novedosos se trata. Es fundamental contar con la tecnología, el marco regulatorio y los incentivos económicos que faciliten la transición. Sin eso, nada se avanzará. Pero sólo con esto tampoco. Es necesario añadir otro ingrediente que ha venido olvidándose tradicionalmente: la buena gobernanza.

La implementación de políticas de transición supone transformaciones sociales que hacen que los actores se tengan que reposicionar, lo que supone todo un ejercicio de innovación. La transición energética pasa por un cambio decisivo tanto en la producción de energía como en su consumo. La instalación de parques de energías renovables, de mecanismos de autoconsumo o de medidas de eficiencia energética requieren tecnología, inversión, regulación...y un enorme esfuerzo de innovación en la gobernanza para que sea posible. Los elementos anteriores son incuestionables y se han desarrollado con fuerza en los últimos años. Los sociales, los que tienen que ver con la gobernanza, con la aparición de nuevos actores y de nuevos mecanismos para llegar a acuerdos que permitan los cambios, no tanto.

Por estos motivos, las ciencias sociales son hoy claves en la transición ecológica. Es necesario entender cómo la sociedad va percibiendo la crisis climática y la transición ecológica; imprescindible innovar en dinámicas de incentivos y de generación de acuerdos; fundamental encontrar la manera de aplicar criterios de justicia tanto a las personas como a los territorios que hagan realidad el principio de transición justa y que eviten que se generen nuevas brechas sociales o que se amplíen las ya existentes. La sociología lleva décadas advirtiéndolo de que el desafío climático pertenece a la categoría de "problemas retorcidos". La solución de uno de ellos implica la aparición de otros, todos están interrelacionados, y se necesita contar con saberes procedentes de distintas áreas de conocimiento y de métodos de trabajo que sienten juntos a distintos actores. Nadie dijo que fuera fácil, pero es el principal desafío que tiene ante sí la humanidad. Las ciencias sociales afrontan un enorme reto ante el que deben dar la talla.

Percepción de la sociedad sobre la equidad de la transición ecológica



"A pesar de que la contribución de las energías renovables al suministro energético continúa siendo relativamente escasa, su aportación al mantenimiento de la confianza en el progreso tecnológico es relativamente muy grande"

Ernest García.
Sociólogo.

Universidad
de Valencia



El cambio climático se ha convertido en uno de los grandes retos del siglo XXI, que afecta al conjunto de habitantes del planeta por igual. En el contexto actual, en el que sus consecuencias son cada vez más patentes, la concienciación sobre la gravedad que implica su continuidad ha puesto en alerta a un gran número de personas. Así lo muestra el Eurobarómetro Especial nº 527²³, encuesta realizada por la Comisión Europea y publicada en octubre de 2022 para explorar la percepción de los habitantes de la Unión Europea sobre la equidad de la transición ecológica.

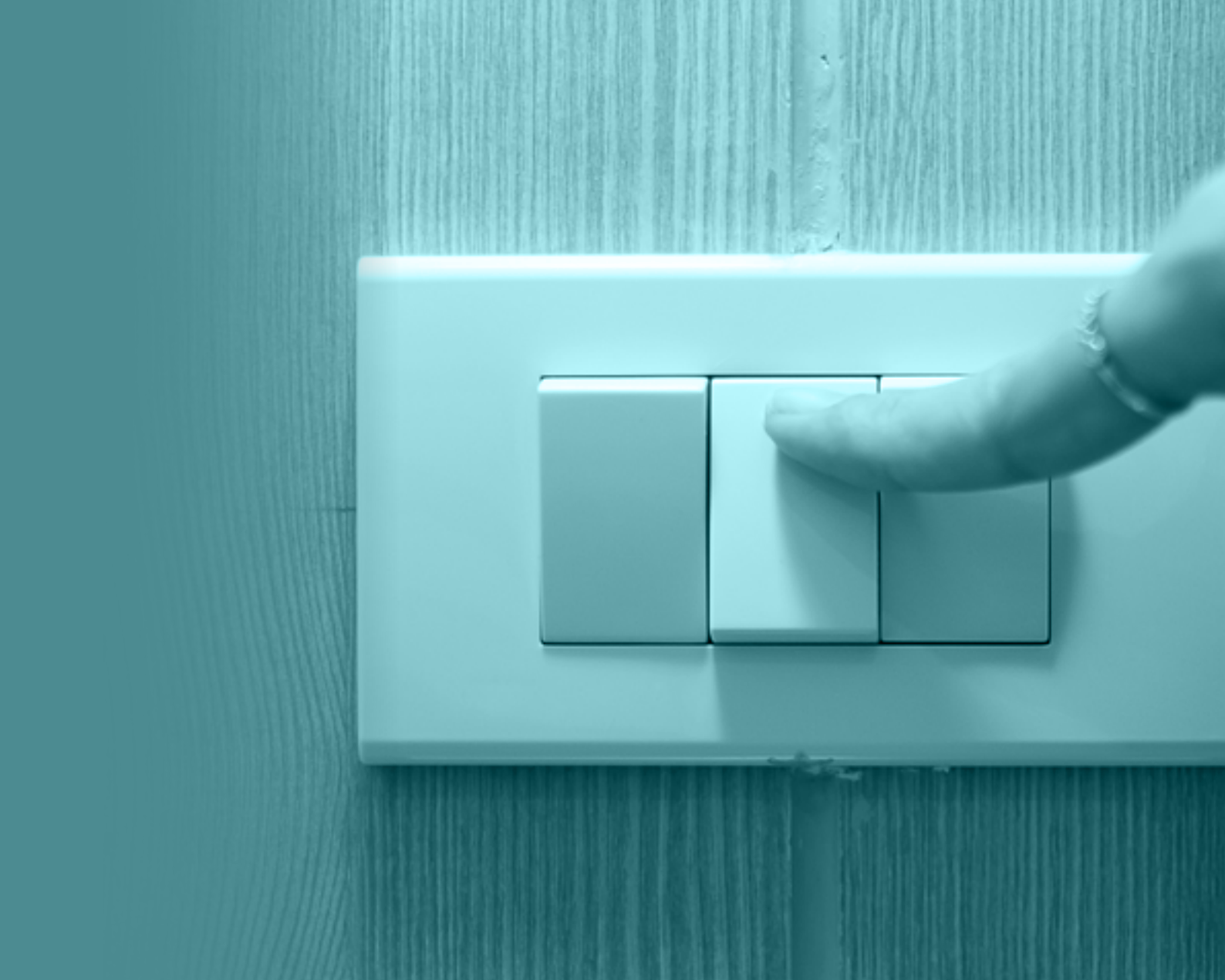
En este Eurobarómetro, el 88% de la sociedad española se muestran de acuerdo con que **la transición ecológica no debería dejar a nadie atrás**, pero sólo el 43% confía en que en 2050 la energía, los productos y los servicios sostenibles sean accesibles para todo el mundo.

En cuanto a la **valoración de la acción de las autoridades para garantizar una transición ecológica justa**, el 36% de los españoles considera que el gobierno nacional está haciendo suficiente y el 40% que están de acuerdo con que sus autoridades regionales, municipales o locales están haciendo suficiente.

Sobre el empleo y habilidades para la transición ecológica, el 64% de la población española opina que las políticas para frenar el cambio climático crearán trabajos de buena calidad, mientras que el 59% opinan que sus habilidades actuales les permiten contribuir a la transición ecológica.

Además, el 88% de los españoles se muestran a favor de dar subvenciones a las personas para ayudar a hacer que sus hogares sean más eficientes energéticamente, así como de motivar a las empresas privadas con normas e

²³ <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2672>



incentivos para reducir más rápido sus emisiones, cambiar a métodos de producción más eficientes energéticamente, adoptar procesos más circulares y sostenibles y formar a su plantilla según sus necesidades.

Con respecto a la **responsabilidad ante el cambio climático y consumo de energía**, si bien el 82% de los españoles reconoce que debería hacer más de lo que ya hace para contribuir a la transición energética, únicamente el 47% se ven capaces de reducir su consumo energético.

Las razones que da la sociedad española para reducir el consumo energético son principalmente económicas: el 71% reduciría su consumo principalmente por razones económicas y tan solo un 27% de los españoles reduciría su consumo de energía principalmente por razones ambientales.

A continuación, se muestran estos datos de la percepción de la sociedad española en comparación con la media para toda Europa.

Percepciones de equidad de la transición ecológica

TOTAL UE27 26.395 encuestados

Trabajo de campo: 30 de mayo-28 de junio de 2022

Metodología (UE27): cara a cara y online

España 1.005 encuestados

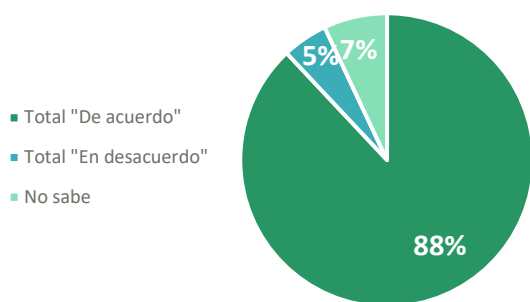
Trabajo de campo: 2 de junio-26 de junio de 2022

Metodología (ES): cara a cara

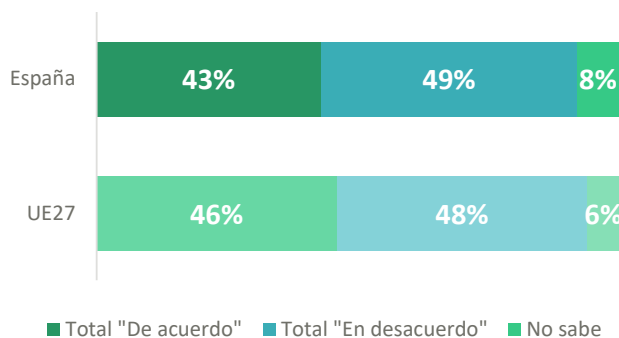
Una transición ecológica justa

El **88%** (tanto en España como en el conjunto de la UE) se muestran de acuerdo con que *la transición ecológica no debería dejar a nadie atrás, pero solo el 43%* (3% menos que en el conjunto de la UE) confía en que *en 2050 la energía, los productos y los servicios sostenibles sean accesibles para todo el mundo*

La transición ecológica no debería dejar atrás a nadie (España)



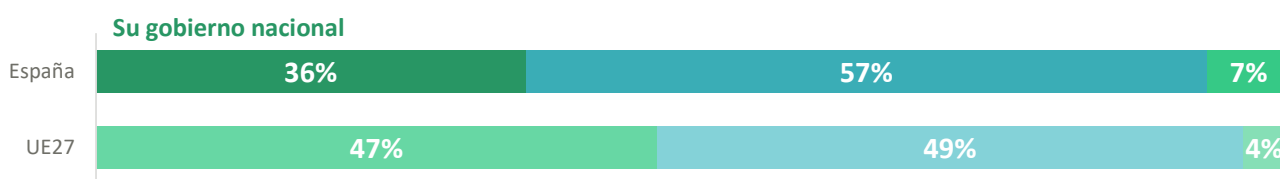
Confía en que en 2050 la energía, los productos y los servicios sostenibles serán accesibles para todo el mundo, incluidas las personas más pobres



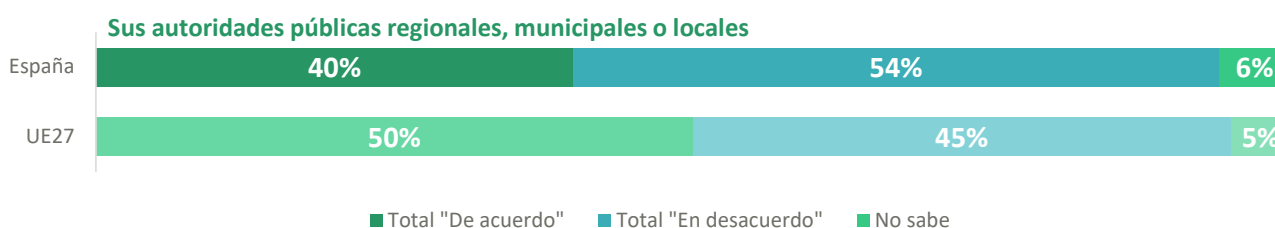
Valoración de la acción de las autoridades para garantizar una transición ecológica justa

¿Hasta qué punto está de acuerdo o en desacuerdo con que cada uno de los siguientes actores esté haciendo suficiente para asegurar que la transición energética es justa?

La sociedad española tiene una valoración más crítica que el conjunto de la Unión Europea sobre la actuación de las diferentes autoridades para garantizar una transición ecológica justa: solamente **36%** de los españoles considera que el gobierno nacional está haciendo suficiente, 11 puntos por debajo de la media europea (**47%**)



De igual forma, el **40%** de los españoles está de acuerdo con que sus autoridades públicas regionales, municipales o locales están haciendo suficiente, mientras que para el conjunto de la Unión Europea asciende al **50%**



Percepciones de equidad de la transición ecológica

TOTAL UE27 26.395 encuestados

Trabajo de campo: 30 de mayo-28 de junio de 2022

Metodología (UE27): cara a cara y online

España 1.005 encuestados

Trabajo de campo: 2 de junio-26 de junio de 2022

Metodología (ES): cara a cara

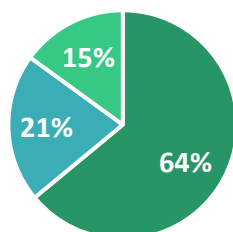
Empleo y habilidades para la transición ecológica

64% de la población española opina que las políticas para frenar el cambio climático crearán trabajos de buena calidad (3% más que en el conjunto de la Unión Europea) mientras que **59%** opinan que sus habilidades actuales les permiten contribuir a la transición ecológica (5% más que el conjunto de la Unión Europea)

Las políticas para frenar el cambio climático crearán trabajos de buena calidad (en lo referente a ingresos, seguridad laboral y calidad del entorno de trabajo)

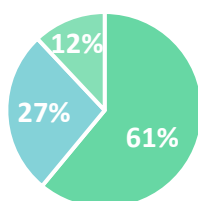
España

- Total "De acuerdo"
- Total "En desacuerdo"
- No sabe



Conjunto de la UE

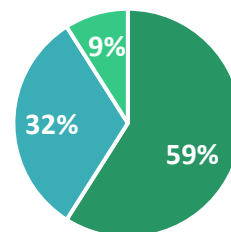
- Total "De acuerdo"
- Total "En desacuerdo"



Sus habilidades actuales le permiten contribuir a la transición energética

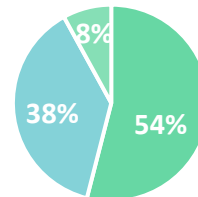
España

- Total "De acuerdo"
- Total "En desacuerdo"
- No sabe



Conjunto de la UE

- Total "De acuerdo"
- Total "En desacuerdo"
- No sabe

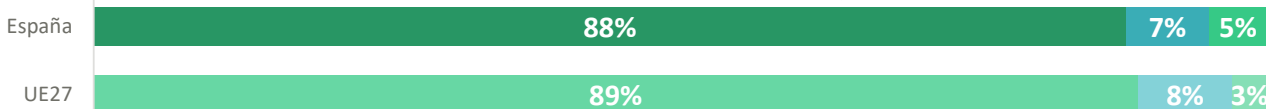


Apoyo a acciones políticas para avanzar en una transición ecológica justa

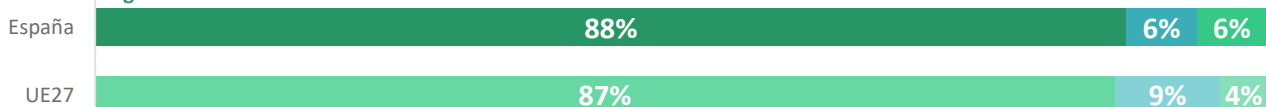
¿Hasta qué punto está a favor o en contra de las políticas siguientes en (NUESTRO PAÍS) para frenar el cambio climático de una forma inclusiva y justa y que no deje a nadie atrás?

88% de los españoles se muestran a favor de **dar subvenciones a personas para ayudar a hacer que sus hogares sean más eficientes energéticamente** (89% en el conjunto de la Unión Europea) y **motivar a las empresas privadas con normas e incentivos para** (1) reducir más rápido sus emisiones, (2) cambiar a métodos de producción más eficientes energéticamente, (3) adoptar procesos más circulares y sostenibles y (4) formar a su plantilla según sus necesidades (**87%** en el conjunto de la Unión Europea)

Dar subvenciones a las personas para ayudar a hacer que sus hogares sean más eficientes energéticamente, especialmente las personas más pobres y los hogares más vulnerables



Motivar a las empresas privadas con normas e incentivos para (1) reducir más rápido sus emisiones, (2) cambiar a métodos de producción más eficientes energéticamente, (3) adoptar procesos más circulares y sostenibles y (4) formar a su plantilla según sus necesidades



■ Total "A favor" ■ Total "En contra" ■ No sabe

Percepciones de equidad de la transición ecológica

TOTAL UE27 26.395 encuestados

Trabajo de campo: 30 de mayo-28 de junio de 2022

Metodología (UE27): cara a cara y online

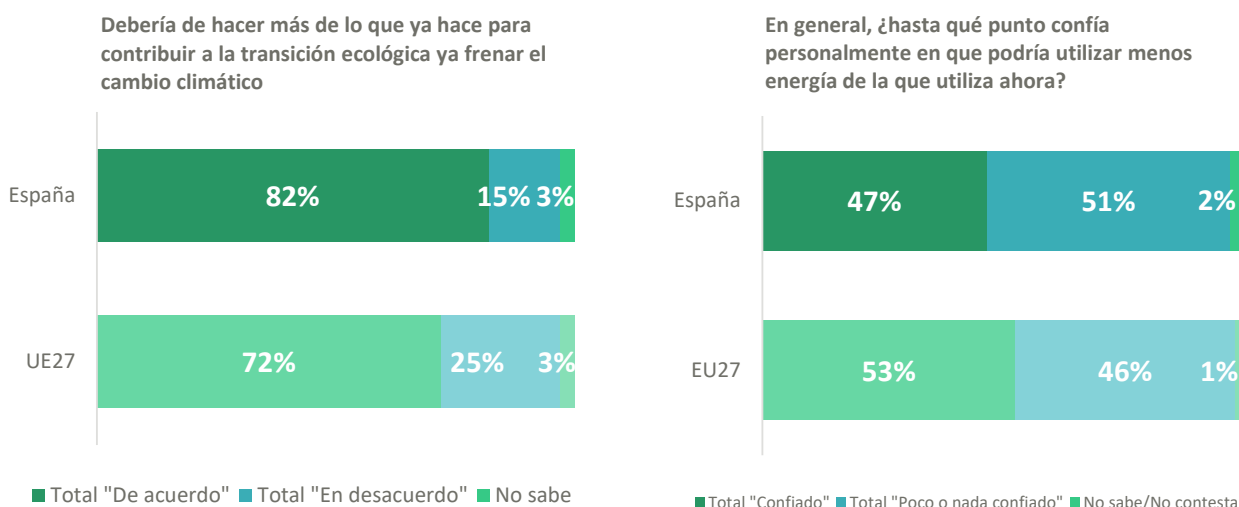
España 1.005 encuestados

Trabajo de campo: 2 de junio-26 de junio de 2022

Metodología (ES): cara a cara

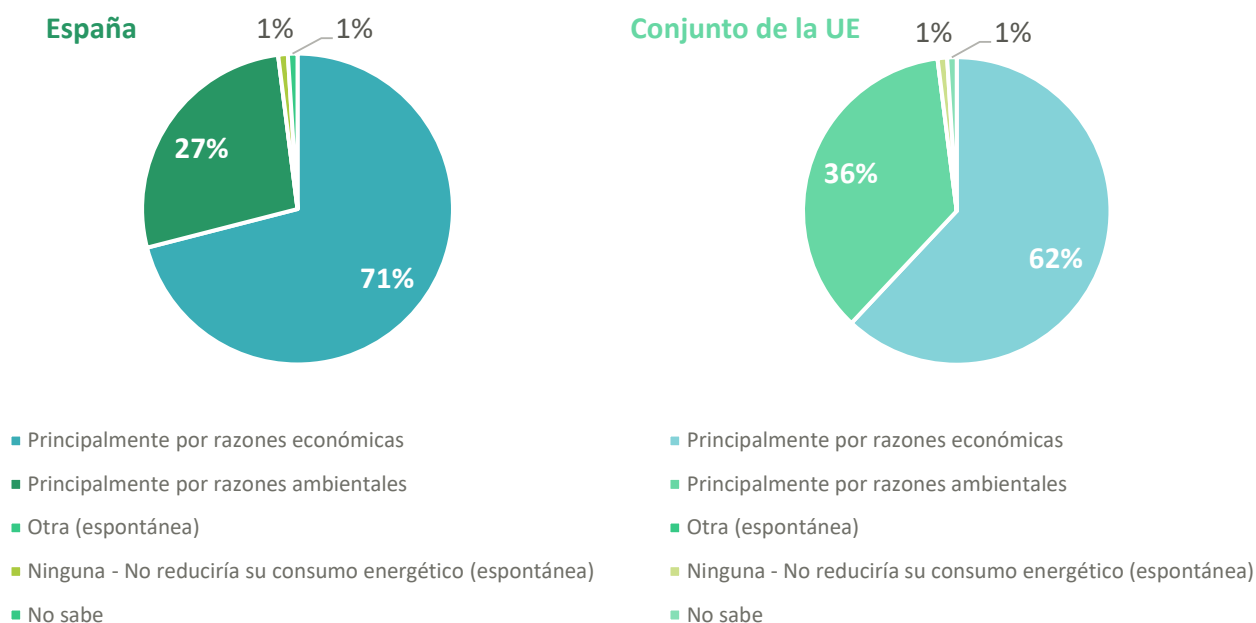
Responsabilidad ante el cambio climático y consumo de energía

A pesar de que **82%** de los españoles y **72%** de los europeos reconoce que *debería hacer más de lo que ya hace* para contribuir a la transición energética, únicamente **47%** en España y **53%** en el conjunto de la Unión Europea se ven capaces de *reducir su consumo energético*



Las razones que se dan tanto a nivel español como europeo para reducir el consumo energético son principalmente económicas: en España el **71%** reduciría su consumo *principalmente por razones económicas* (**62%** para el resto de la Unión Europea). Únicamente un **27%** de los españoles reduciría su consumo de energía *principalmente por razones ambientales*, mientras que para el conjunto de la Unión Europea este porcentaje crece hasta el **36%**.

Pensando en las razones que le llevarían a reducir su consumo de energía, ¿cuál corresponde mejor a su situación?



Encuesta de percepción social sobre el apoyo a las energías renovables en España

DIRECCIÓN CIENTÍFICA Y AUTORÍA:

Celia Díaz Catalán. Universidad Complutense de Madrid.

Pablo Cabrera Álvarez. Institute for Social and Economic Research de la Universidad de Essex (UK).

Como se ve en la [Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2022](#), la gran mayoría de la ciudadanía (78,5%) considera que el cambio climático es un problema grave o muy grave. Sólo el 5,8% cree que este fenómeno depende principalmente de procesos naturales y el 64,9% considera la acción humana determinante en el cambio climático. El cambio climático y el precio de la energía son el segundo y tercer problema en los que existe mayor porcentaje de población que está totalmente de acuerdo en que la ciencia y la tecnología puede resolverlos. Esta preocupación produce cambios en los hábitos, como la reorientación a la compra de productos o el abandono de otros por cuestiones éticas o para cuidar el medioambiente (el 44% de la población afirma haberlo hecho).

Las energías renovables son unos de los grandes desafíos para la investigación y la innovación. Están conectados con la idea de que la ciencia y la tecnología van a mejorar nuestras vidas y también con la idea del cambio climático; tanto su existencia como la idea de que los gobiernos deban tomar medidas para frenarlo. Para poder realizar una planificación adecuada en la transición energética es necesario poder aportar a los/as decisores/as públicos/as conocimiento acerca de las actitudes hacia las energías renovables y los impactos percibidos de las mismas.

En este trabajo se trata de aprehender las actitudes de la población hacia las energías renovables teniendo en cuenta una serie de dimensiones, tales como las preocupaciones que mantiene la población acerca de la seguridad energética y el cambio climático. También del ámbito de las preocupaciones se pretenden enmarcar las actitudes hacia las tecnologías en general, pero especialmente hacia diferentes proyectos energéticos en concreto, indagando con especial interés sobre la percepción de sus riesgos y los beneficios.

Desde la segunda mitad del siglo veinte y especialmente, a partir del accidente por el que colapsó uno de los reactores de la central nuclear de Chernóbil, dando lugar a la peor crisis nuclear de la historia en 1986, se empezó a estudiar las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad de una manera más crítica. Sin demonizar la ciencia, han emergido diferentes representaciones sociales de las tecnologías, caracterizadas por su ambivalencia (Torres Alberó & Lobera Serrano, 2014). Se habla de la extensión de la cultura de riesgo, entendiendo que la actividad humana, especialmente la desarrollada al calor de la modernidad, tiene consecuencias futuras (Beck, 2002). Además de conocer este tipo de preocupaciones, resulta igualmente importante entender la disposición al cambio de la sociedad y tratar de evaluar el compromiso ante los retos que presenta la actualidad.

Ficha técnica de la encuesta

La población objetivo de la encuesta incluye a los adultos de 18 o más años residentes en España y fue administrada por teléfono a una muestra final de 1.240 entrevistados. La muestra incluyó la generación aleatoria de teléfonos fijos (70%) y móviles (30%). El trabajo de campo se desarrolló entre el 15 y el 29 de septiembre de 2022 y la duración media de la entrevista fue de 15 minutos. La selección de la muestra, estratificada por comunidad autónoma y tamaño de hábitat, se realizó en dos etapas. En la primera se generaron números de teléfono fijo y móviles de forma aleatoria; en el caso de los fijos, fueron estratificados por comunidad y tamaño de hábitat. En la segunda etapa, una vez que se había establecido contacto con un número de teléfono fijo correspondiente a un hogar, se procedió a seleccionar a la persona entrevistada empleando cuotas de sexo y edad. En el caso de las llamadas a teléfono móviles, la selección de la persona se realizó con cuotas de sexo y edad.

Principales resultados

- ▶ Más de la mitad de la población española muestra un interés alto en medioambiente y ecología. El 54,5% ha señalado que le interesa mucho o bastante. Y el 49% admite también un alto interés por las energías renovables.
- ▶ Las grandes **preocupaciones** de la sociedad española relacionadas con la energía son la subida del precio de la energía (94,7%), la escasez de energía (92,4%), evitar el cambio climático (91,5%) y la contaminación producida por las fuentes energéticas utilizadas (90,6%).
- ▶ Las **prioridades** percibidas en materia energética son, en primer lugar, las de garantizar el abastecimiento energético (66,9%) y garantizar precios de la energía razonables para los consumidores (63,3%). Muy de cerca están la protección del medioambiente (62,7%) y el desarrollo de energías renovables (61%).

- ▶ Fomentar la inversión en energía renovable es la medida mejor valorada para garantizar el suministro de energía: 60% de la población se muestra muy de acuerdo con ello y 35,9% algo de acuerdo.
- ▶ La población reconoce que las energías extraídas de fuentes renovables tienen mejores **impactos** en la salud humana (50,9%) y en el medioambiente (47,7%) que las que emplean energías fósiles. Asimismo, reconoce que tienen ventajas para la economía española (40,8%).
- ▶ Una gran cantidad de personas (44,1%) creen que la posición en la investigación en energías renovables en España está más retrasada que en la media de la UE.
- ▶ Existe una confianza mayoritaria en que la **investigación** en materia de energías renovables ayudaría a alcanzar distintos objetivos, especialmente la protección del medio ambiente (93,9%) y garantizar el abastecimiento energético (90%).
- ▶ Cambiar el uso de combustibles fósiles a energías renovables es la opción que se considera más probable para reducir el impacto del cambio climático (84,1% se muestran de acuerdo). Sin embargo, solamente el 51,5% piensa que es probable que se reduzcan los efectos del cambio climático si un gran número de personas limitan su consumo energético.
- ▶ Casi un tercio de la población (31,7%) conoce alguna ayuda pública para apoyar la transición ecológica a fuentes renovables.
- ▶ Las ayudas públicas a la transición energética cuentan con el apoyo de las tres cuartas partes de la población. El 74,2% piensan que deberían aumentarse o aumentarse mucho.
- ▶ Una cuarta parte de la población cambiaría su proveedor energético a una energía renovable incluso si se incrementase el precio de su factura actual (23,3%).
- ▶ La mayoría de las personas muestran un apoyo muy elevado al uso de energías renovables para los suministros de electricidad, calefacción y combustible (61%).
- ▶ Las fuentes de energía renovable reciben mayor respaldo que las de fuentes fósiles, atribuyéndoles más beneficios que perjuicios. Destacan la energía solar y la eólica.

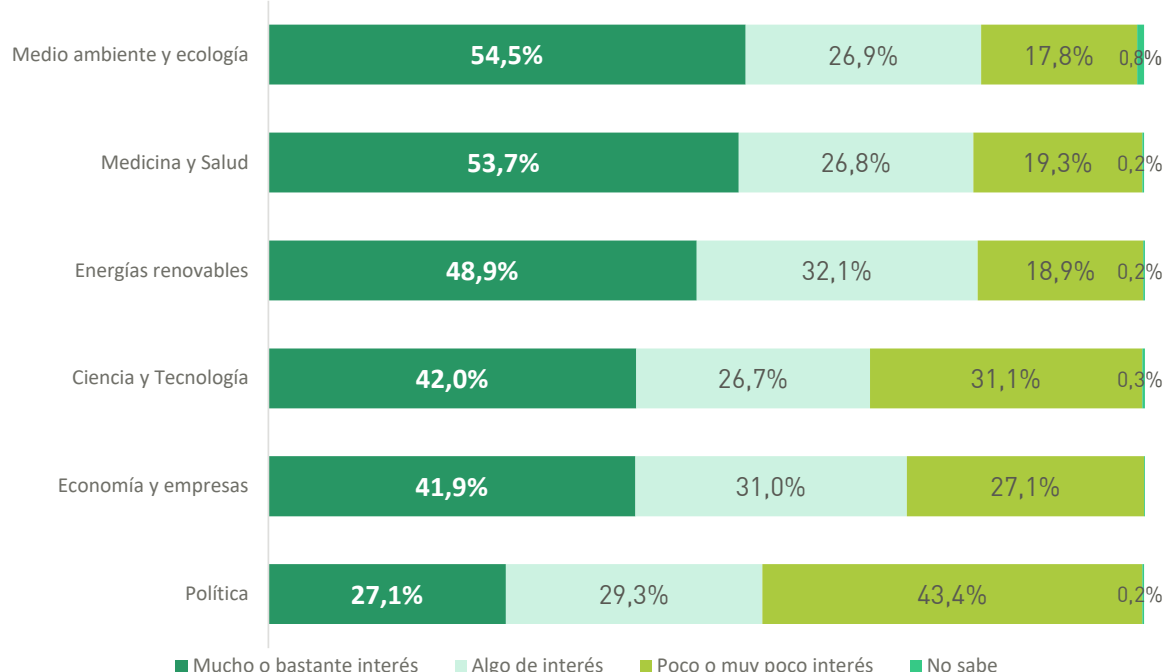
ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA



1.240 entrevistados mayores de 18 residentes en España
Trabajo de campo: 15 – 29 de septiembre de 2022
Entrevista telefónica

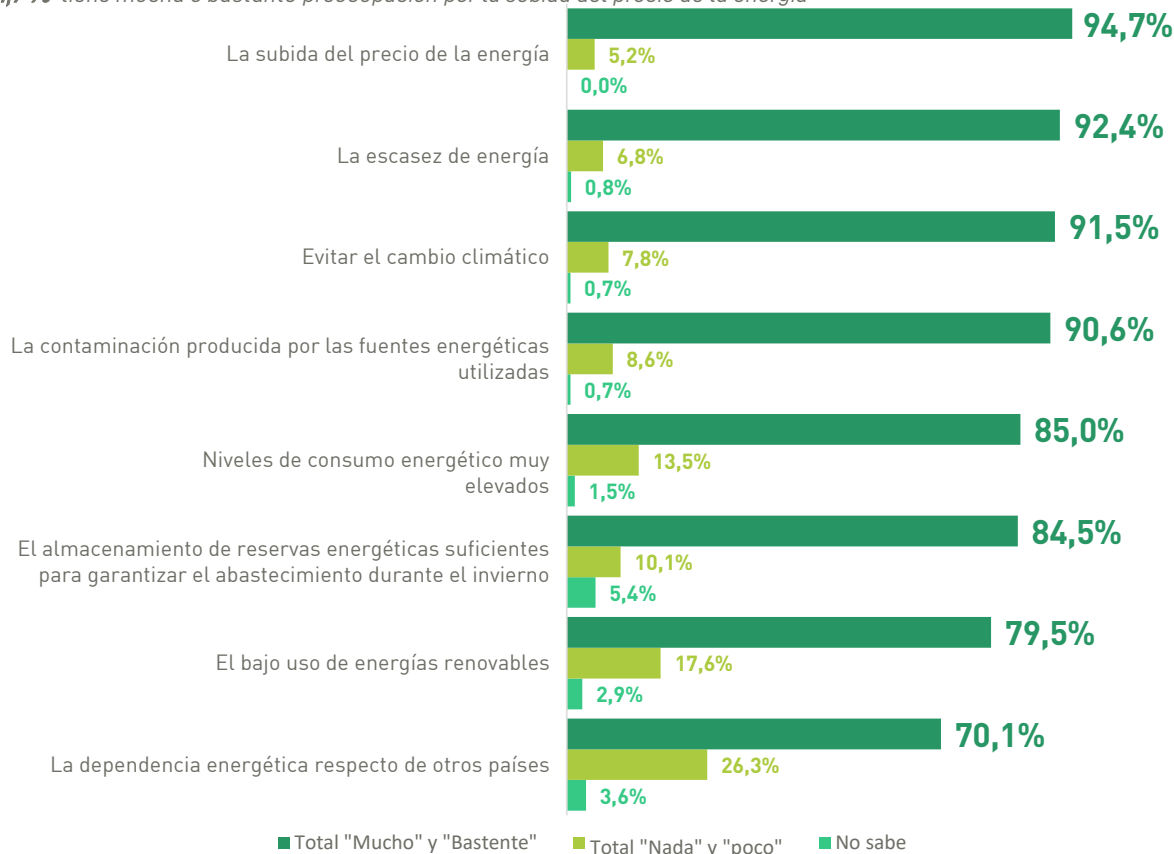
Interés por temas

54,5% de la población española muestra bastante o mucho interés en el medio ambiente y la ecología



Preocupaciones relativas a la energía

94,7% tiene mucha o bastante preocupación por la subida del precio de la energía



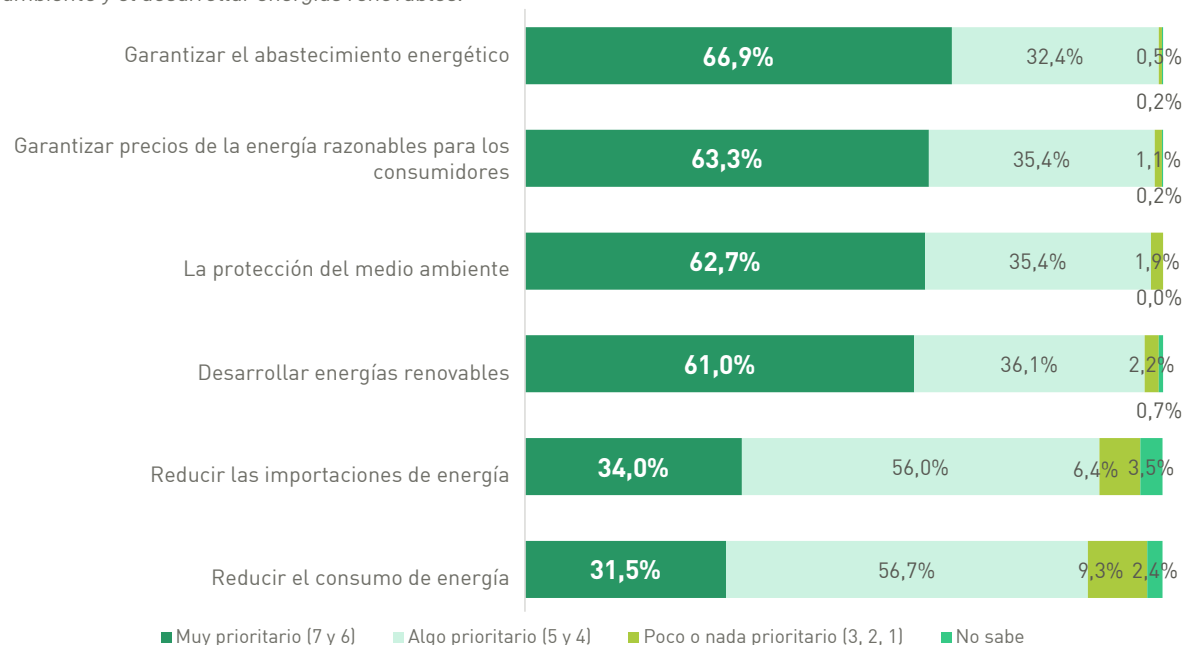
ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA



1.240 entrevistados mayores de 18 residentes en España
Trabajo de campo: 15 – 29 de septiembre de 2022
Entrevista telefónica

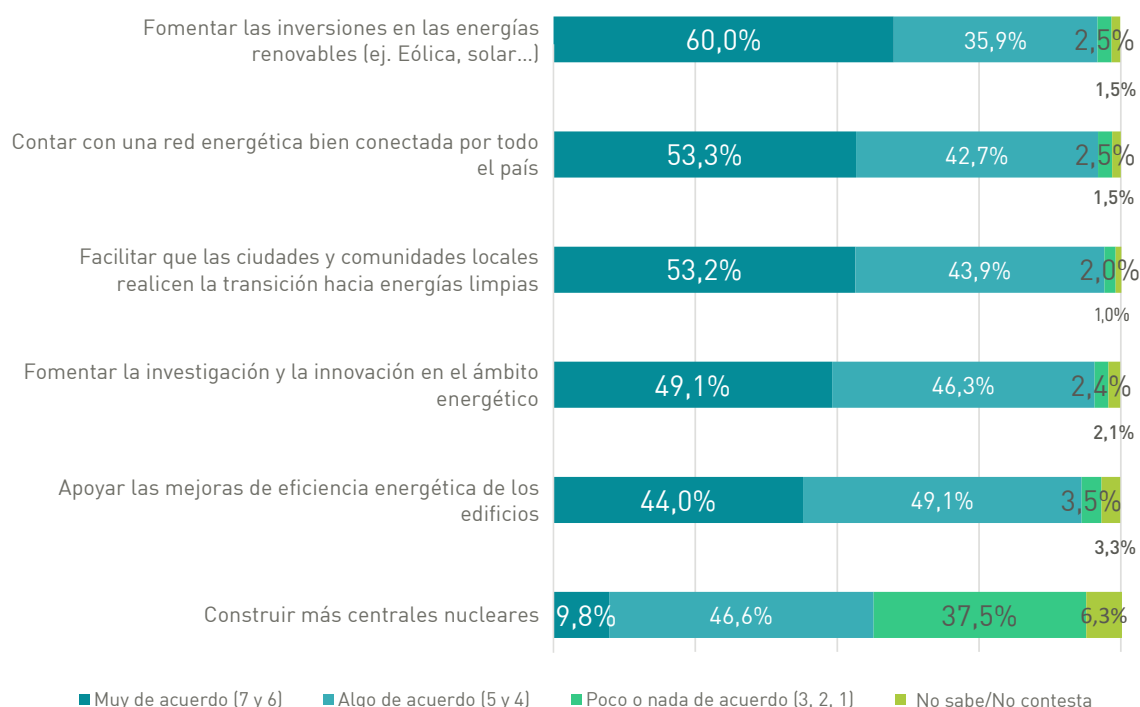
Prioridades en los objetivos de las políticas energéticas

El **66,9%** considera como objetivo muy prioritarios el garantizar el abastecimiento energético. Otros objetivos a los que se les da mucha prioridad son: garantizar precios de la energía razonables para los consumidores, proteger el medio ambiente y el desarrollar energías renovables.



Para garantizar el suministro de energía, es necesario...

60% Se muestra de acuerdo **en fomentar las inversiones en energías renovables** para garantizar el suministro de energía. Sin embargo, solamente el **9,8%** manifiesta estar muy de acuerdo en construir centrales nucleares para ese mismo fin



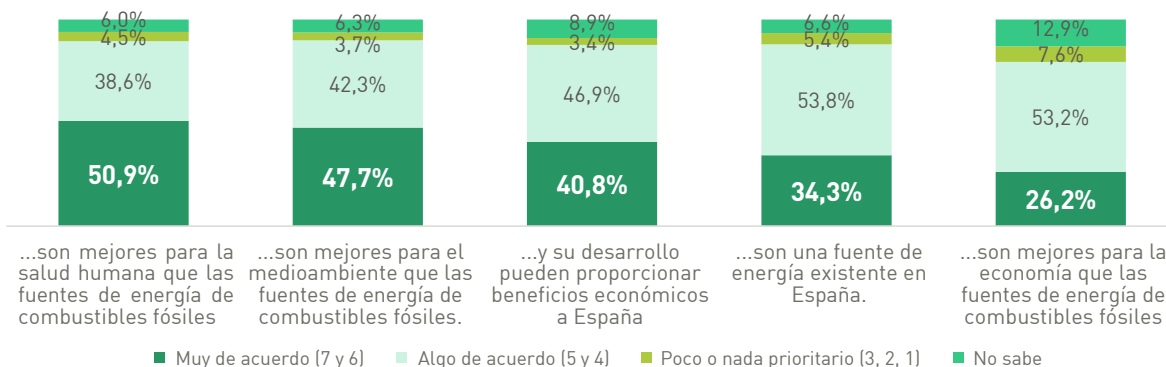
ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA



1.240 entrevistados mayores de 18 residentes en España
Trabajo de campo: 15 – 29 de septiembre de 2022
Entrevista telefónica

Las energías renovables...

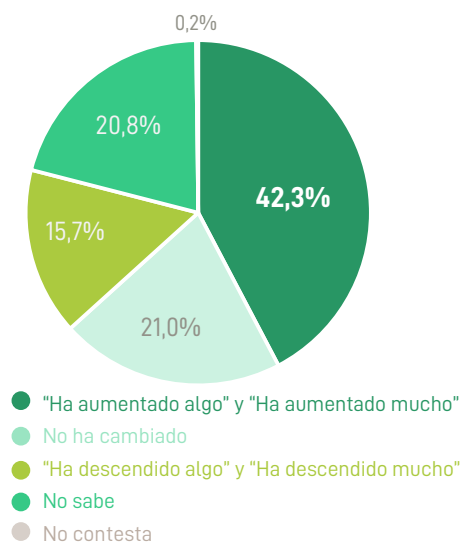
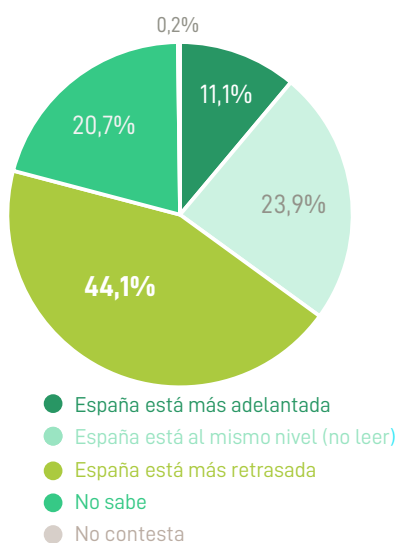
50,9% se muestran muy de acuerdo con que las **energías renovables son mejores para la salud**, **47,7%** están muy de acuerdo en considerarlas **mejores para el medio ambiente** en comparación con los combustibles fósiles y **40,8%** señala estar muy de acuerdo con que su desarrollo puede proporcionar beneficios económicos a España



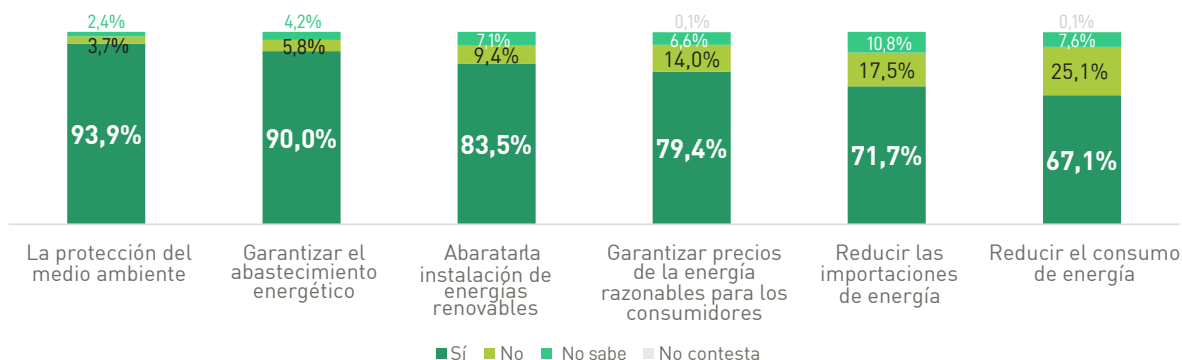
Investigación y desarrollo en energías renovables

44,1% piensa que España está más atrasada en investigación y desarrollo respecto de la media de la Unión Europea

Sin embargo, **42,3%** afirman que en los últimos 3 años ha aumentado la inversión en investigación en energía renovable



Aumentar la investigación y el desarrollo en energías renovables contribuiría a...

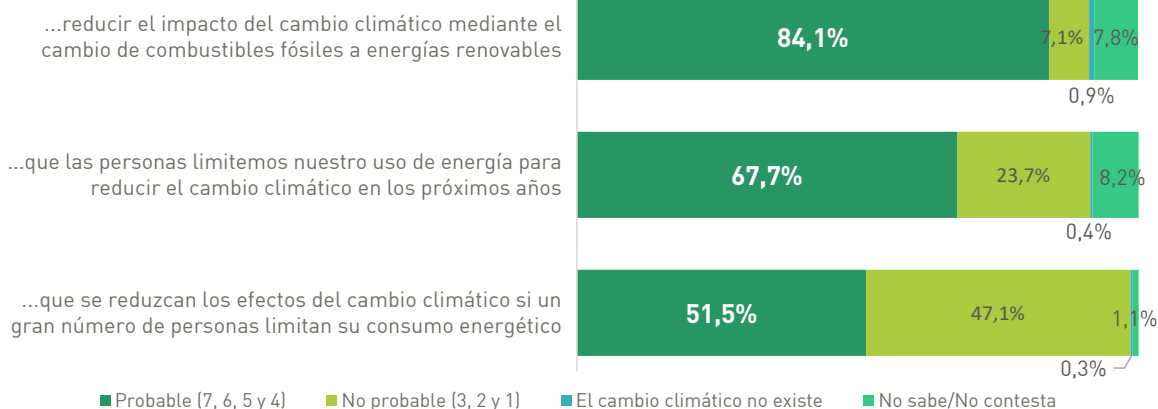


ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA

Consumo y autoconsumo de energías renovables

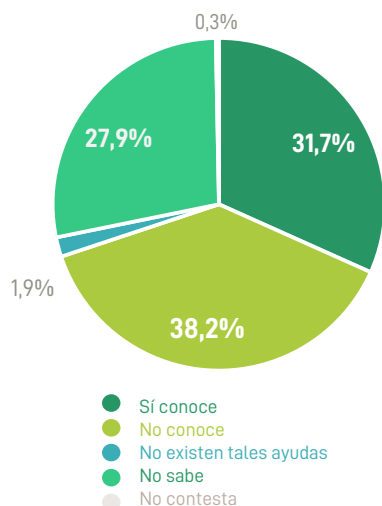
¿En qué medida cree usted probable...?

84,1% cree probable reducir el impacto del cambio climático mediante el cambio de combustibles fósiles a fuentes renovable, pero solamente **51,5%** cree que es muy probable que se reduzcan sus efectos si un gran número de personas limita su consumo energético

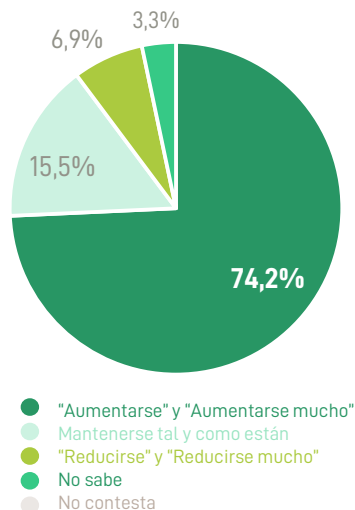


Ayudas públicas

31,7% conoce alguna ayuda pública que apoye la transición energética de los consumidores a fuentes renovables

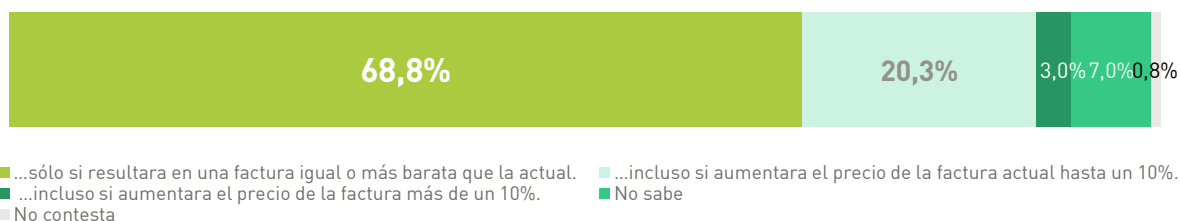


74,2% afirman que las ayudas públicas que apoyan la transición energética de los consumidores a fuentes renovables deberían aumentarse o aumentarse mucho



Elegiría un proveedor de energía exclusivamente renovable...

23,3% cambiaría a un proveedor exclusivamente renovable incluso si aumenta su factura frente a **68,8%** que lo haría solamente si resultara en una factura igual o más barata que la actual



ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE EL APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA



1.240 entrevistados mayores de 18 residentes en España
Trabajo de campo: 15 – 29 de septiembre de 2022
Entrevista telefónica

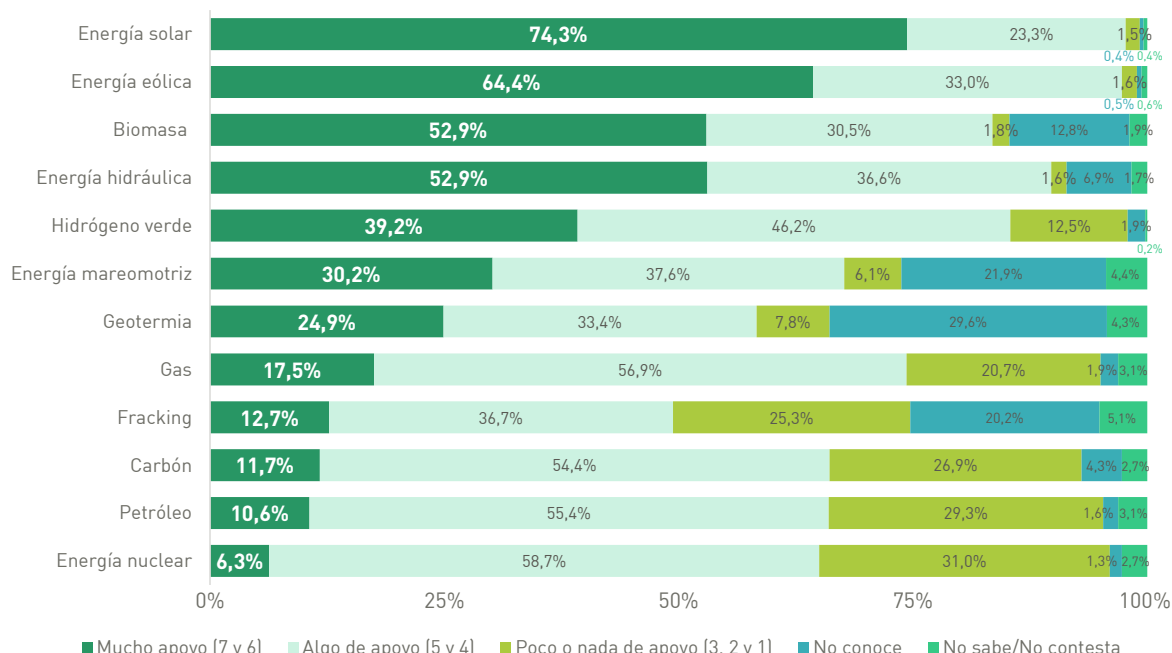
¿Apoya o se opone al uso de diferentes tipos de energías renovables como la energía eólica, solar o la biomasa para suministrarnos electricidad, combustible y calefacción?

61% muestran mucho apoyo al uso de diferentes tipos de energías renovables para suministros de electricidad, combustible y calefacción



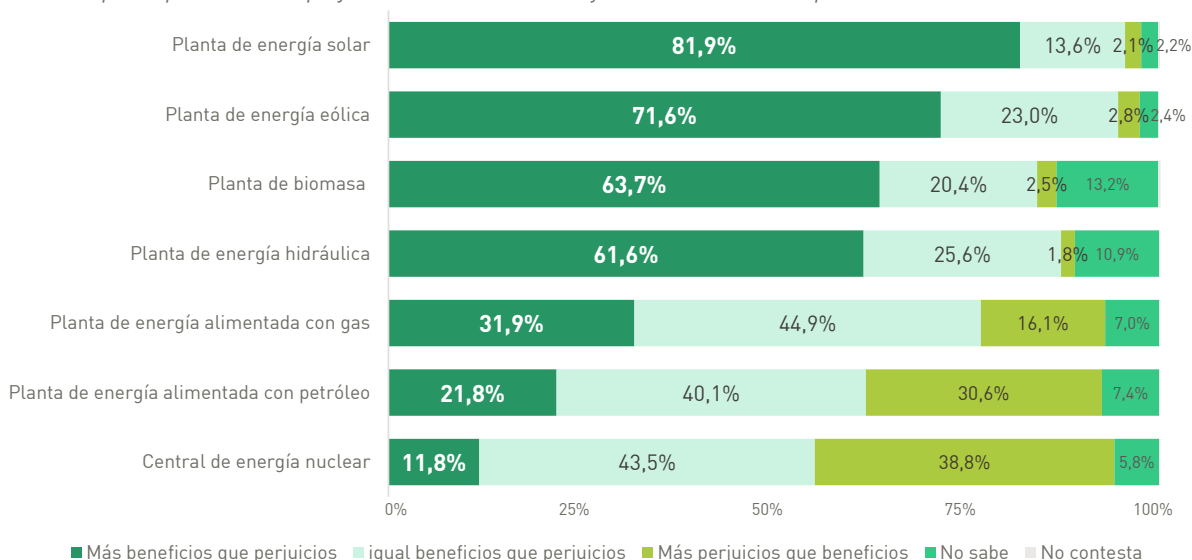
Apoyo a las fuentes de energías renovables

La energía solar, eólica, biomasa e hidráulica son las energías que reciben un mayor apoyo



Impactos de las plantas de producción energética

Las plantas de producción de energía donde se perciben más beneficios son las solares y eólicas, mientras que en las que se perciben más perjuicios son las nucleares y las alimentadas con petróleo



Conclusiones

La sociedad española está preocupada por el cambio climático. Apenas un anecdótico porcentaje de personas pone en duda el consenso científico en esta materia. Esta preocupación conduce a un sentir bastante generalizado por priorizar la protección del medioambiente y el desarrollo de energías renovables. No obstante, a esta preocupación se suma la inquietud porque se garantice el abastecimiento energético.

Las fuentes de energía renovable se perciben como una posible vía de mejora para ambas cuestiones. Por un lado, se reconocen unos impactos más beneficiosos en la salud de las personas y en el medioambiente de las tecnologías que aprovechan las fuentes renovables. Por otro, se considera que pueden aportar beneficios a la economía española. Por todo esto posiblemente, las energías renovables obtienen un mayor respaldo que las basadas en energías fósiles, a las que se atribuyen mayores riesgos.

Algo que llama la atención es que hay un nivel alto de desconocimiento de algunas de las fuentes, tales como la geotermia, la energía mareomotriz, el hidrógeno verde, o en el caso de las energías fósiles, el *fracking*. Por esto, resulta de gran importancia aportar una mayor divulgación en esta materia, para que la población pueda conocer las diferentes alternativas (ver infografías de las páginas 106 a 111). Asimismo, es central arrojar luz sobre las consecuencias a corto, medio y largo plazo que tienen todas las fuentes de energía. No hay una gran diferenciación del balance de los perjuicios que tiene el uso de las distintas fuentes de energía fósil e incluso, predomina una postura ambivalente sobre varias de ellas. De hecho, cuando se trata de valorar las consecuencias que tienen las distintas plantas, se imputan más beneficios en términos materialistas a las centrales que explotan energías fósiles. Esto significa que no hay una clara atribución a las emisiones de CO₂ de las mismas y su relación con el cambio climático.

De hecho, cuando nos acercamos a las disposiciones al cambio, entender que existe un mecanismo causal entre el uso de energías renovables y una reducción del cambio climático, como hemos visto, resulta un factor decisivo para favorecer la adopción de medidas individuales. No obstante, esta propensión también se encuentra con otros límites, como el de las rentas más bajas, que se encuentran en una disposición más limitada para tomar ese tipo de medidas. De ahí que sea tan importante que se tengan en cuenta situaciones de especial vulnerabilidad material para el establecimiento de las medidas políticas de transición energética.

Conclusiones de la mesa redonda “La respuesta de la sociedad ante el cambio climático”

Cuando se habla de energías renovables se suele centrar el punto de atención en las cuestiones que atañen a los desarrollos científico-tecnológicos de estas y las ventajas que su inclusión tiene a nivel de sostenibilidad. Sin embargo, al tratar este tema resulta relevante atender al impacto que la explotación de estas fuentes de energía tiene sobre aquellas personas que se benefician de su uso. De esta forma, las percepciones de la ciudadanía, qué conoce, cómo ve, valora y piensa acerca de las energías renovables, su aceptación a nivel social y su preocupación e interés en aumentar la capacidad renovable, se convierten en factores claves que hacen de las diferentes personas que componen la sociedad actores claves en el proceso de transición ecológica a modelos menos contaminantes.

Por este motivo, el 16 de enero de 2023 FECYT reunió a expertas y expertos en sociología medioambiental para debatir acerca de la respuesta de la sociedad al cambio climático y los diferentes aspectos sociológicos que hay que tener en cuenta para llevar a cabo una transición ecológica justa. Se recogen a continuación las principales conclusiones.

En la actualidad resulta crítico partir de una buena conceptualización del cambio climático desde una visión que incorpore todas sus dimensiones, es decir, que atienda al ecosistema que contempla el conjunto de procesos y contextos naturales y sociales en los que vivimos y cómo estos se relacionan entre sí y se ven afectados por el cambio climático. Para ello, es imprescindible observar tanto lo micro, es decir, las acciones y creencias que se realizan a nivel individual, como lo macro, que atiende a las grandes estructuras sociales y los marcos normativos por los que nos guiamos. Adoptar este enfoque puede ayudar a dar respuesta a muchas de las preguntas que nos encontramos a nivel social acerca del uso y la aceptación de una transición ecológica que plantea la implementación de energías renovables y la descarbonización del sector energético como una de sus piezas angulares.

Una de las principales incógnitas planteada es la contradicción que existe entre una concienciación ecológica ampliamente extendida y unas prácticas de vida en las que esta conciencia no se refleja. Para comprender esta diferencia que hay entre las actitudes y la acción se propone analizar las redes de actores intermedios, que tienen una lógica propia y un espacio de acción concreto y delimitado. En el ámbito de la energía y el cambio climático hay una gran cantidad de profesionales, organizaciones, entidades e instituciones cuyas acciones, conocimientos, prácticas e intereses condicionan en gran medida las posibilidades efectivas de desarrollo en sus diferentes aspectos. A este respecto, existen ciertas limitaciones en la instalación de energías renovables para el autoconsumo, como puede ser la aerotermia, por la falta de conocimientos especializados en esta materia dentro de la red de profesionales ya establecida; o la posible baja demanda de coches



eléctricos por la distribución desigual de electrolineras en el territorio nacional. De esta forma, se hace patente la necesidad de reconocer y mapear a estos actores clave para elaborar líneas de actuación que permitan una mejor correspondencia entre conciencia ecológica y prácticas de vida acordes.

Otro de los puntos destacados hace referencia a los perjuicios que podría entrañar un exceso de optimismo en la transición energética como solución única a los efectos climáticos. La confianza de la población en que las energías renovables son la solución a la crisis climática, si bien incita a apoyar las medidas de transición energética, también conlleva el efecto perjudicial de estimular el *tecno-optimismo*, es decir la creencia de que su aplicación bastará para garantizar un escenario climáticamente neutro. Es conveniente contemplar la tasa de retorno agregada, que se refiere al balance entre la energía empleada para la producción energética y la energía final que se produce y evitar que esta caiga por debajo de lo necesario para mantener una sociedad avanzada fomentando la reducción del consumo energético y la adopción de estilos de vida más sostenibles.

En este sentido, **es imprescindible prestar mayor atención a aquellos grupos poblacionales que pueden ser perjudicados por la transición energética o que parten ya de situaciones de desigualdad, por ejemplo, sufriendo la pobreza energética**, esto es, la incapacidad de alcanzar un cierto confort térmico en una determinada vivienda particular. Resulta complicado pedir sacrificios a los grupos sociales más desfavorecidos para avanzar en la transición energética cuando sus estilos de vida y de consumo no garantizan el acceso a las necesidades energéticas básicas. No sólo eso, sino que su falta de capacidad económica para, por ejemplo, rehabilitar y aislar adecuadamente los edificios para ahorrar energía y dinero, les sitúa en una espiral de insostenibilidad ambiental (alto consumo y emisiones), económica (mayor coste) y social (problemas de salud, etc.).

Los objetivos de una transición energética justa deberían servir como oportunidad para afrontar estas desigualdades e incluir el derecho a la energía como base del marco legal que los regule. Al mismo tiempo, **es necesario cambiar la percepción que asocia las energías renovables sólo a un gran esfuerzo y coste económico, por una apreciación de estas como necesidad colectiva, incluso de beneficio personal**, al tener en cuenta las ventajas ecológicas y monetarias que pueden entrañar.

Es necesario también comenzar a comunicar en positivo, ilusionando a la gente a partir de lo que se puede hacer y resaltando los beneficios y co-beneficios que tiene la *acción* en contraposición a los costes de la *no-acción*.

Se han recogido varias propuestas, entre las que se destacan las siguientes:

- ▶ **Crear comunidades de aprendizaje, integrando conocimiento, actitud y práctica;** y todo ello desde una *gobernanza cooperativa*.
- ▶ **Abrir espacios de diálogo** que den importancia a aquellos que no pueden tomar la palabra, como las nuevas generaciones, la fauna y la flora e incluso los espacios físicos; entendiéndolos como sujetos fundamentales implicados dentro de los procesos de transición ecológica.
- ▶ **Promover una visión multidimensional del cambio climático**, que no se asocie únicamente a los efectos más mediáticos como son las catástrofes climáticas y los elementos atmosféricos extremos.
- ▶ **Elaborar un modelo educativo en el que se contemplen los principales desafíos ambientales** a los que nos enfrentamos como sociedad y se fomente el acercamiento transversal de los estudiantes a todas las dinámicas y procesos que están implícitos dentro del cambio climático.
- ▶ **Impulsar una alfabetización climática**, sin sesgos ni errores, que profundice en el conocimiento que las ciencias naturales nos brindan sobre la materia, pero sin descuidar las aportaciones realizadas desde otras disciplinas como las ciencias políticas, sociales, económicas y las humanidades para elaborar una visión global de los diferentes impactos que entraña la actual crisis climática.
- ▶ **Plantear la respuesta al cambio climático** no sólo como una actuación para evitar efectos a largo plazo, sino como la **adaptación de mecanismos de respuesta a fenómenos ya existentes** como inundaciones y sequías con los que, dado el avance de la crisis climática, vamos a tener que aprender a convivir con ellos.
- ▶ Observar la **vulnerabilidad de la población y las maneras desiguales en las que confrontamos, nos enfrentamos o nos adaptamos a los impactos del cambio climático** e impulsar una formación que permita implantar las medidas necesarias para afrontar los diferentes tipos de respuesta ante las posibles catástrofes.

En definitiva, es necesario construir un imaginario social de la transición ecológica como lo que es: un imperativo para que la vida siga siendo posible en el planeta y una oportunidad para cerrar las brechas de desigualdad existentes. De ahí la certeza de que **la transición debe ser, además de ecológica, justa.**

La opinión de las expertas y expertos en sociología medioambiental



Educación y cambio climático

Manuela Caballero. Socióloga.
Universidad de Extremadura



"Tenemos que preguntarnos si seguimos educando para el clima (alfabetización climática) o modificamos en profundidad el currículo para educar para el cambio (interacción-clima sociedad)"

Si bien es cierto que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en sucesivos informes desde su creación en 1988 ya apuntaba a la educación como un pilar fundamental para enfrentar la emergencia climática, no es hasta el Acuerdo de París (2015) cuando la Conferencia de las Partes (COP 21) asume explícitamente que:

Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo (art.21).

Siete años después la traslación de estas cuestiones al sistema educativo español es cuanto menos lenta y desigual. La lentitud es una característica propia de las instituciones y de su resistencia al cambio y la institución educativa, que expresa y reproduce los valores hegemónicos de una sociedad, no iba a ser menos. Y la desigualdad obedece a la organización del sistema educativo español. En su estructura curricular distingue distintos tipos de asignaturas: las troncales, establecidas por la Admón. Central y por tanto presentes en los currículos que se imparten en todas las Comunidades Autónomas (CC.AA.), y las de Libre Configuración Autonómica (LCA) que se incorporan por las propias CC.AA. en función de sus competencias. Esta pluralidad de opciones se multiplica en virtud de la autonomía pedagógica de los centros y su capacidad para elaborar el Proyecto Educativo de Centro. El resultado de esta diversidad enriquece, sin duda, las posibilidades de elección de los padres del centro más acorde a su sistema de valores, pero expone al alumnado a situaciones educativas muy diferentes dependiendo de la comunidad autónoma en la que residan y del centro educativo al que asistan.

Esta diversidad, sin embargo, desaparece cuando hablamos de educación sobre Cambio Climático (CC). Las investigaciones realizadas sobre la presencia de contenidos específicos sobre CC en los distintos sistemas educativos, tanto en asignaturas troncales como de LCA, evidencian un escaso peso curricular que no se corresponde ni con su importancia, ni con la urgencia del impacto que tendrá en la evolución de nuestras sociedades.

La aproximación a estas cuestiones por parte de nuestros escolares se realiza fundamentalmente a través de lo que denominamos alfabetización climática, incidiendo en términos y conceptos bio-físicos en el ámbito de las Ciencias Naturales y del Clima dejando al margen las aportaciones realizadas por las Ciencias Sociales. El análisis de contenidos de los libros de texto en los distintos niveles educativos refuerza esta perspectiva «dura» de la alfabetización climática. Además, en algunos casos, las investigaciones realizadas detectan información poco rigurosa, estereotipada, detectándose errores y sesgos. Y, en general, con contenidos dispersos, poco conectados con otras disciplinas que permitirían una visión más global del fenómeno al incorporar las diferentes dimensiones de la crisis climática, desde las físicas y naturales a las económicas, sociales, culturales y éticas.

Por tanto, la alfabetización climática tal y como se plantea en el curriculum educativo es claramente insuficiente para que los/as estudiantes alcancen a comprender la complejidad del CC. Pues no se trata sólo de educar en los procesos bio-físicos-químicos que están en su origen; las interacciones y efectos en nuestras sociedades son de tal magnitud que difícilmente pueden ser abordados únicamente desde los paradigmas y conocimientos de las Ciencias Físico-Naturales. En la interacción clima-sociedad la principal fuente de incertidumbre no está en las ciencias del clima, sino en las lecturas sociales, económicas y políticas que se hacen y éste es el campo de acción de las Ciencias Sociales.

De hecho, la Sociología, la ciencia que estudia las sociedades humanas, está desaparecida del sistema educativo español, ni siquiera en el bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales aparece como asignatura troncal (no debemos olvidar que lo que llaman «sociales» es en realidad Geografía e Historia). La falta de perspectiva sociológica en el currículo dificulta una comprensión global y crítica del mayor desafío al que se enfrenta la humanidad y reduce la capacidad de respuesta de las generaciones que en mayor medida tendrán que enfrentarlo. Pues comprender la dimensión social del cambio climático exige necesariamente conocimientos sociológicos previos.

Llegados a este punto tenemos que preguntarnos si seguimos educando para el clima (alfabetización climática) o modificamos en profundidad el currículo para educar para el cambio (interacción-clima sociedad). Una educación para el cambio exige determinar a qué tipo de cambio nos referimos: si al cambio ambiental global, al cambio de modelo energético, al cambio de los modelos de producción y consumo, al de nuestro estilo de vida... Estas cuestiones se resuelven desde las Ciencias Sociales y desde posiciones multi y transdisciplinarias. Y la Sociología, la ciencia del cambio social, no sólo no puede ni debe quedarse al margen, sino que constituye el núcleo esencial para la comprensión de la interacción clima-sociedad.

”

Tecno-optimismo, conflictos territoriales y tasa de retorno energético decreciente

Ernest García. Sociólogo.
Universidad de Valencia



“En lo que respecta a las energías renovables, la grieta más visible hasta ahora del optimismo se deriva de la proliferación de conflictos territoriales, derivados del hecho de que las energías renovables necesitan mucho espacio”

La relación entre crisis ecológica, cambio climático y energías renovables requiere investigación sociológica en varios aspectos. Entre ellos los apuntados a continuación.

1) *La confianza en que las energías renovables permitirán sustituir a los combustibles fósiles sin cambios sustanciales en el nivel de vida se ha convertido en una de las expresiones características del tecno-optimismo.*

Las encuestas realizadas en el proyecto POSTCARBON indican que es muy mayoritaria la opinión de que el uso de combustibles fósiles se reducirá drásticamente en dos o tres décadas, bien como forma de mitigar los efectos del cambio climático, bien como resultado de la dificultad para mantener en los niveles actuales el suministro de petróleo, gas y carbón (tabla 1).

También es mayoritaria la esperanza en que eso no comportará cambios sustanciales en la forma de vida. Aunque en torno al 20% considera que la escasez de combustibles fósiles provocará una crisis económica severa y una problemática social grave, el resto cree que alguna de las tecnologías existentes, en especial las renovables, o algún invento nuevo, permitirá una sustitución técnica de las fuentes de energía sin que la vida se vea significativamente alterada (tabla 2).

Es conveniente que se explore más en profundidad la ambigüedad que se pone de manifiesto en la percepción social del papel de las energías renovables: pese a que la contribución de éstas al suministro energético continúa siendo relativamente escasa, su aportación al mantenimiento de la confianza en el progreso tecnológico es relativamente muy grande. Esta ambigüedad podría contribuir a que el alcance de las implicaciones sociales de la transición ecológica no llegue a ser plenamente percibido hasta fases avanzadas del proceso, incrementando así los costes sociales, políticos y económicos de la adaptación.

2) El tecno-optimismo enturbia la percepción de un problema de fondo de la transición energética: la tendencia decreciente de la tasa de retorno agregada del sector de producción de energía.

En términos sociológicos, el concepto de alternativa energética no se refiere a una u otra tecnología concreta, sino a la necesidad de que el rendimiento del sector de producción de energía en su conjunto sea lo bastante alto para mantener el modelo de sociedad deseado. En 1955, Cottrell lo aclaró con su concepto de excedente energético. Y los análisis actuales basados en la noción de EROI o tasa de retorno energético están profundizando en el tema.

Es plausible asumir que una tasa de retorno energético alta (quizás, como mínimo, entre 10:1 y 15:1) es una condición para mantener una civilización avanzada. Y todas las fuentes de energía conocidas están, o por debajo de ese rendimiento, o en una trayectoria descendente que se aproxima tendencialmente al mismo. De alguna manera, la porción decreciente de los recursos de alta calidad está soportando el crecimiento de las cantidades aportadas por recursos de baja calidad, en una trayectoria de esfuerzo tecnológico que se encamina a un punto de bloqueo. Éste es precisamente el punto donde se concentran los nubarrones más inquietantes y sobre el que se requiere más investigación.

La transición a energías renovables es conveniente y seguramente inevitable. Sin embargo, contra la ilusión reseñada en el punto 1), es poco verosímil que pueda producirse sin cambios sustanciales en la organización de la sociedad y en las formas de vida. El tecno-optimismo tiende a oscurecer la conciencia al respecto y, en consecuencia, a frenar las respuestas adecuadas.

3) El desajuste entre la percepción social de la transición energética y sus condiciones materiales da lugar a conflictos que, en buena medida, se mantienen latentes, y que, cuando salen a la superficie, lo hacen en formas aparentemente incongruentes.

En lo que respecta a las energías renovables, la grieta más visible hasta ahora del optimismo se deriva de la proliferación de conflictos territoriales, derivados del hecho de que las energías renovables necesitan mucho espacio.

Las energías renovables tienen problemas conocidos desde hace tiempo: la necesidad de mucho espacio, el consumo de metales críticamente escasos para fabricar los equipos, las intermitencias derivadas del hecho de que hay días nublados y de que el viento no sopla siempre, los requisitos para la acumulación y la transmisión a larga distancia... Esos problemas se amplifican dramáticamente cuando se trata de proyectos a gran escala. Los conflictos técnicos mutan entonces en conflictos sociales y, así, asistimos a múltiples movilizaciones en contra de estaciones fotovoltaicas o eólicas. Paradoja suprema: por todas partes hay ecologistas rechazando las placas solares.

La investigación sociológica tiene la tarea pendiente de explicar la génesis y el desarrollo de este tipo de fenómenos sociales, en los que esperanzas genéricas, expectativas económicas convencionales y resistencias ligadas al lugar chocan entre sí en formas aparentemente inextricables.

Tabla 1. ¿Cómo ve usted la probabilidad de que, en los próximos 20 o 30 años, tenga que reducirse drásticamente el uso de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), sea por agotamiento de los recursos o para evitar un cambio climático catastrófico?

	%	Valores absolutos
Muy probable	42,1	505
Bastante probable	49,8	598
Bastante improbable	6,5	78
Muy improbable	1,6	19
Ns/nc	0	0
Total	100	1200

Fuente: Encuesta Perspectivas de futuro de la sociedad. Proyecto POSTCARBON-Transiciones a una sociedad post-carbono: Impactos redistributivos y vida cotidiana en un contexto de energías no-fósiles y cambio climático, CSO2011-24275. Diciembre de 2013.

Tabla 2. ¿Cuál de las siguientes situaciones considera Ud. más probable a medida que el uso de combustibles fósiles vaya reduciéndose? [Sólo para quienes han contestado "muy probable" o "bastante probable" a la pregunta anterior]

	DICIEMBRE 2013		MARZO 2015	
	%	Valores absolutos	%	Valores absolutos
Una grave situación de escasez de energía y crisis económica	23,8	262	20,6	302
La energía nuclear permitirá que la economía y la vida de la gente sigan más o menos igual	8,1	89	8,4	124
Las energías renovables (eólica, solar, etc.) permitirán que la economía y la vida de la gente sigan más o menos igual	40,8	450	40,9	601
La combinación de nuclear y renovables permitirá que la economía y la vida de la gente sigan más o menos igual	22,7	250	25,9	381
Algún invento nuevo resolverá todos los problemas de escasez de energía	4,7	52	4,2	62
Ns/Nc	0	0	0	0
Total	100	1103	100	1470

Fuente: Encuesta Perspectivas de futuro de la sociedad (2013). Encuesta Opiniones respecto al futuro energético y el cambio climático (2015). Proyecto POSTCARBON-Transiciones a una sociedad post-carbono: Impactos redistributivos y vida cotidiana en un contexto de energías no-fósiles y cambio climático, CSO2011-24275.²⁴

²⁴ Las encuestas fueron diseñadas por Ernest García y Mercedes Martínez Iglesias. El trabajo de campo estuvo a cargo de TESI-Gandia. La primera encuesta se llevó a cabo en la primera quincena de diciembre de 2013, aplicándose el cuestionario online a una muestra de 1.200 personas, representativa de la población española de 18 años o más, habiéndose fijado cuotas de edad, sexo e ingresos mensuales del hogar según los datos al respecto del INE en noviembre de 2013. La segunda, realizada en marzo de 2015, se aplicó a una muestra de 1.600 personas, representativa de la población española de 18 años o más, habiéndose fijado cuotas de edad y sexo según los datos al respecto del INE en febrero de 2015. Los principales resultados del proyecto se han publicado en: García, Ernest; Martínez-Iglesias, Mercedes & Peadar Kirby (ed.) (2017): *Transitioning to a Post-Carbon Society: Degrowth, Austerity and Wellbeing*. London, Palgrave Macmillan.

”

Pobreza energética y cambio climático: el reto de la sostenibilidad justa

Iván López. Sociólogo.
Universidad de Zaragoza



“En nuestro país se estima que entre el 10% y el 11% de los hogares sufren de pobreza energética. Es complicado pedir sacrificios a los grupos sociales más vulnerables cuando en sus estilos de vida, estilos de consumo etc., no se han resuelto estas desigualdades”

La definición y medición de la pobreza energética.

No hay un consenso claro en torno a la definición de la pobreza energética (P.E.) y a la metodología científica para su análisis y seguimiento. En todo caso, su medición se basa primordialmente en la investigación sociológica, por ejemplo, a través de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) y de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF), elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), pero también la investigación social cualitativa amplía su conocimiento (como pueden ser mediante las entrevistas en profundidad). Además, la mayoría de las personas que sufren de esta problemática no se reconocen como pobres energéticos, bien por falta de conciencia o por miedo al estigma social.

En términos amplios, se puede definir la P.E. como la situación por la cual un hogar no es capaz de conseguir un acceso a los servicios domésticos de energía de manera suficiente como para contar con un confort térmico aceptable (Bouzarovski y Petrova, 2015)²⁵. Las dificultades de habitabilidad en la vivienda ponen en riesgo el bienestar material y el estado de la salud física y mental de las personas que integran estos hogares, así como su participación e integración social.

Son referencia en el estudio de la P.E. el Observatorio Europeo de la Pobreza Energética, y en España el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, así como la Asociación de Ciencias Ambientales.

En nuestro país se estima que entre el 10% y el 11% de los hogares sufren de pobreza energética, si bien depende del indicador que se esté midiendo entre los cuatro de referencia: el gasto desproporcionado de energía, la pobreza energética escondida, la temperatura inadecuada en la vivienda en invierno, y el retraso en pago de facturas de suministros de la vivienda²⁶.

²⁵ Bouzarovski, S., & Petrova, S. (2015). A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty-fuel poverty binary. *Energy Research & Social Science*, 10, 31-40.

²⁶ Ver documento 'Actualización de indicadores de la estrategia nacional contra la pobreza energética' (diciembre de 2022, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).

Durante los últimos años la P.E. ha pasado a formar parte prominente de la agenda social y política. Con ello en buena medida se rompe o al menos cuestiona la tendencia a la invisibilización social de la pobreza monetaria.

La P.E. es un fenómeno multi-causal en el que inciden ante todo los bajos ingresos económicos de los hogares, la falta de eficiencia energética de las viviendas, y los precios de la energía. Durante los últimos años, su análisis se ha dirigido ante todo al exceso de frío en los hogares. Sin embargo, el avance acelerado del cambio climático y sus efectos cada vez más severos ha hecho que la atención y preocupación científica y social se redirija en buena medida hacia el exceso de calor dentro de las viviendas, pero también en el exterior.

El reto de la transición justa hacia a la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático.

La sostenibilidad interpretada de manera holística e integral supone definirla atendiendo a la interacción equilibrada en el medio y largo plazo entre el ámbito económico, social y medioambiental. En el marco de la sostenibilidad justa, y en concreto de la transición energética hacia un modelo sostenible basado en las energías renovables junto con, o antes incluso, la reducción del consumo de energía, son objeto de especial interés la justicia económica (las desigualdades económicas o monetarias presentes en nuestra sociedad), justicia social (los desequilibrios sociales en materia, por ejemplo, de derechos sociales e integración social) y justicia ambiental (por la cual los grupos sociales más vulnerables no sean los que más sufren las consecuencias de la contaminación ambiental, el cambio climático o la P.E.).

Por una parte, nos referimos a las desigualdades socio-económicas, y en particular la pobreza monetaria que, para la mayor parte de la población, o al menos los estratos sociales más humildes, está vinculada al acceso al empleo, y a un empleo digno, como principal fuente de ingresos de los individuos y los hogares. En consecuencia, cabe abordar fenómenos sociales como las altas tasas de desempleo, y el empleo precario.

Por otra parte, el acceso a la vivienda, y una vivienda digna; es decir, a precios asequibles (tanto de alquiler como de compra), pero también digna en habitabilidad y sostenibilidad energética. Hay que tener en cuenta que en España más de la mitad del parque de viviendas se construyó antes del año 1980; es decir, sin los estándares que la legislación actual exige de eficiencia energética.

En tercer lugar, unos precios de energía asequibles y predecibles, que no impliquen mermas en el conjunto del presupuesto de los hogares y en otras necesidades básicas como la alimentación o la vestimenta, entre otros, y donde

sea posible para los individuos y familiar planificar en el medio plazo su capacidad de gasto, o hacer frente a imprevistos. En este ámbito, cobra especial importancia la desconexión del suministro de energía a la vivienda por parte de las compañías, por el impago de las facturas, y las dificultades para la re-conexión posterior.

Se ponen así de manifiesto más si cabe los conflictos e injusticias sociales estructurales de las sociedades contemporáneas en las que vivimos, que necesitan ser abordadas para tratar de resolver o al menos minimizar la P.E. como problema social.

Como resulta evidente, en estos tres ámbitos señalados entran en juego los conflictos de intereses entre distintos actores sociales (intereses políticos, institucionales, empresariales, de la sociedad civil organizada o de la ciudadanía en su conjunto).

Otros aspectos relevantes en la comprensión y abordaje de la pobreza energética.

A las causas antes mencionadas cabe añadir otras como el diseño de políticas públicas dirigidas a reducir el precio de la energía, o las ayudas para pagar las facturas de energía de los hogares más vulnerables, como el bono social.

Pero también entran en juego factores como las características sociodemográficas de los hogares. En concreto, la P.E. afecta en mayor medida a hogares con personas dependientes, como pueden ser menores de edad, personas mayores, con enfermedades crónicas o severas, o personas con discapacidad, las mujeres, las familias monomarentales, o en bien hogares con todos o la mayor parte de los adultos si empleo o empleo estable.

A nivel micro-social de la vivienda, cabe mencionar los hábitos de ahorro de energía, o las estrategias de los miembros del hogar dirigidas a lidiar con la temperatura inadecuada en el interior de la vivienda. Estos dos aspectos se encuentran estrechamente relacionados con las medias de información, formación, capacitación y concienciación de la población en materia de ahorro de energía, pero también en materia de ayudas públicas, o la comprensión de la factura de energía, entre otros.

En consecuencia, un ámbito relevante de investigación micro-social es el de las experiencias de los hogares (en especial los socialmente vulnerables) para afrontar la P.E. en el eje socio-espacial y temporal (el uso de los distintos espacios de la vivienda, así como la gestión del tiempo dentro de la vivienda, como el tiempo que se pasa en la vivienda, las diferencias entre el día y la noche, o la época del año).

Se trata en todo caso de actitudes y comportamientos de adaptación a la temperatura inadecuada en el espacio de la vivienda, y así a la P.E., pero no de mitigación o dirigidas al origen del problema.

”

Gobernanza cooperativa transdisciplinar para una transición EcoSocial “One Health”

Ana Teresa López Pastor.
Socióloga.

Universidad de Valladolid
(Campus Segovia)



“Para poder capacitar a la ciudadanía en comportamientos de sostenibilidad es imprescindible conocer las claves en y desde las que avanzar, como capas de cebolla, en todos los públicos”

1. Avances y retos: aumento de la sensibilidad ambiental, pero diferencias en las conductas. Costes de la acción y entornos locales facilitadores: claves para adquirir rutinas sostenibles.

Las últimas encuestas publicadas en torno a cambio climático y medio ambiente muestran un aumento de la base ambientalista. Los datos apuntan una mayor sensibilidad en general, pero cuando se profundiza y pregunta por cuestiones concretas, se baja a lo local, y a conductas reales, no a percepción, opiniones, disposición a la acción... se detecta un salto: ya no aparece tan claro y contundente el cambio de conducta. Por otro lado, los perfiles que más sensibilizados aparecen en las encuestas, no suelen ser los que tienen un estilo de vida más sostenible, incluso considerando la variable vulnerabilidad en la ecuación.

Cuando los costes de la acción son altos, ya sea a nivel económico, de valores, de tiempo, de facilidades en el entorno, o de dificultad en el aprendizaje y capacitación para los nuevos hábitos (por ejemplo, usar menos el coche, consumir menos, utilizar menos energía y de forma más eficiente, disminuir el consumo de agua, mejorar las prácticas on line, dejar de volar...), las reticencias a adquirir nuevas rutinas diarias son altas.

Junto a estos gaps entre actitud y práctica, vemos otro: se tiene una idea general sobre el Cambio Climático y la transición energética, más en el contexto actual de conflicto bélico, pero no hay un conocimiento claro ni de sus causas y consecuencias, ni de las acciones necesarias para mitigarlo y adaptarnos. De hecho, la mayoría de la población no sabría distinguir muy bien mitigación y adaptación ni poner ejemplos de acciones, igual que no muestran una consciencia clara de la relación del cambio climático con el agua, la alimentación, la movilidad, las migraciones, ... la salud, en definitiva.

Las interrelaciones entre disminuir los costes de la acción y aumentar el conocimiento y la actitud hacia la sostenibilidad (económica, social, ambiental, no lo olvidemos) tienen mucho que ver con las políticas públicas facilitadoras de entornos de proximidad que permitan unas condiciones de vida favorables a nivel local y global (glocal), personal y social.

2. Qué y cómo medir: Explorar con mirada ecosistémica glocal e investigación-acción-cooperativa (IAC). Conocimiento, actitud y Práctica (CAP). Triangulación. STEAM.

Explicitamos abiertamente el objetivo que se supone guía el desempeño profesional y personal: conocer, para mejorar la vida humana y del ecosistema. Lo que en esta sociedad digital y cada vez más, cuántica, nos lleva a explorar nuevos caminos de investigación, unida a la acción, con una visión transdisciplinar (STEAM) y triangulación (cuantitativa, cualitativa y especialmente aprovechando la potencialidad del Big Data). Junto a los datos de realidad no podemos olvidar los datos de percepción, de opinión pública, ni la importancia de la comunicación, de los discursos, relatos y narrativas que se transmiten, de la construcción social, mediática, empresarial, política, de la realidad, que nos llega no sólo a través de la educación formal y no formal, sino especialmente a través de la informal, que socializa tanto y más que las dos anteriores.

La IAC debería avanzar en conocimiento, actitud y práctica, posibilitando ciudadanos resilientes, para lo que es urgente profundizar en perfiles que vayan más allá de variables sociodemográficas. Para poder capacitar a la ciudadanía en comportamientos de sostenibilidad es imprescindible conocer las claves en y desde las que avanzar, como capas de cebolla, en todos los públicos, desde los "convencidos" hasta los "negacionistas". Considerando, por supuesto, las implicaciones, como el aumento de eco ansiedad en los primeros, los sesgos cognitivos, las burbujas informativas y de vida en que habitamos, ... y no olvidando el análisis de las condiciones de vida a todos los niveles: vulnerabilidad, entornos urbanos, sociales, económicos y culturales facilitadores y/o inhibidores. Y ser muy cuidadosos con los intereses implícitos en los planteamientos de investigación, sesgos economicistas, o de valores, como la supuesta libertad sin limitaciones, o la confianza ciega en las mejoras tecnológicas (necesarias, pero no suficientes) como la solución perfecta sin necesidad de cambios en los estilos de vida, ... que se detectan en diferentes cuestionarios.

3. Para qué medir: IAC en retroalimentación con Políticas Públicas transversales para una transición ecosocial desde la gobernanza cooperativa: ONE HEALTH.

Conscientes de los avances y retos, y de las exploraciones pendientes de IAC con enfoques holísticos parece obvia la necesidad de interrelación coherente con unas políticas públicas integrales que apuesten eficientemente por avanzar hacia la transición ecosocial. Tres pueden ser los ejes básicos: la imprescindible cooperación entre agentes públicos, privados, sociedad civil y ciudadanos (ODS 17, Alianzas); aplicar lo que todas las investigaciones nos vienen evidenciando: la unión entre salud y medio ambiente; y ser conscientes de la trascendencia de la comunicación y su peso en la configuración de la realidad, y de los conocimientos, actitudes y prácticas. Uniendo todo ello, el enfoque "One Health" nos facilita, si de verdad lo asumimos, un avance multidimensional.

Las soluciones sostenibles no son perfectas, como ninguna, claro, no es blanco o negro, hay muchos tonos de grises que nos obligan a priorizar, y en la dinámica

social conviven con demagogias discursivas que las erosionan (costes excesivos, limitación de la libertad, ...) desde la defensa de intereses lobísticos encubiertos.

Los ciudadanos pueden desconocer muchas cosas, pero no son tontos, y la economía y la salud son dos claves muy importantes para todos nosotros. La caída de la demanda energética el pasado año, el auge de las comunidades energéticas, ... son algunos de los ejemplos que lo demuestran. La dimensión y la propiedad son dos ejes claves en este conflicto de intereses privados y colectivos: aumenta la oposición a las macro granjas y el apoyo a la ganadería extensiva; a los mega parques de capitales exógenos al territorio y sus habitantes ...

En este ecosistema mediático, empresarial..., el relato es fundamental. Y el de la transición ecosocial "One Health" debe ser en positivo, generador de ilusión y ganas de construir juntos un presente y futuro mejores, huyendo del miedo que caracteriza la narrativa del Cambio Climático, explicando los beneficios de "la acción" con sosiego, sin asustar, enfocado en "la salud", dejando ahí, para que la población lo descubra, el coste económico, social y ambiental de la "no acción", evidenciando la búsqueda del bien colectivo. En definitiva, el salto de la sensibilización al compromiso creando entornos de predisposición a la acción.

Fuentes y enlaces de interés

[Energía y sociedad: perspectivas sobre la transición energética en tiempo de crisis – Funcas](#)

https://accesoesee.idearainvestigacion.com/Informe_sociedad_espa%C3%B1ola_CC_2020.pdf

https://www.fundacionendesa.org/content/dam/fundacion-endesa-com/medio-ambiente/educacion-ambiental-innovacion-ecologica/ecobarometro_cultura_ecologica_y_educacion_fundacion_endesa.pdf

<https://www.gad3.com/ecobarometro-fundacion-endesa-la-cultura-ecologica-en-espana/>

<https://beenergy.es/encuesta-del-bei-sobre-el-clima/>

<https://www.bbvaresearch.com/tag/cambio-climatico/>

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-972217>

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6123728>

<https://www.euroclima.org/lineas-de-actuacion/accion-para-el-empoderamiento-climatico>

<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/respuestas-desde-la-educacion-y-la-comunicacion-al-cambio-climatico/default.aspx>

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/default.aspx>

<https://ecodes.org/hacemos/cambio-climatico>

<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>

”

Superar “lo social” para entender las (no) respuestas “sociales” al cambio climático

Emilio Luque. Sociólogo.
UNED



“No sé si estamos repitiendo y participando de esa reiteración del mensaje de “lo ecológico es un coste adicional”, yo creo que es un ahorro adicional”

“Hay que contribuir a la aceleración de la transformación eco-social”

¿Qué objeto, qué fenómeno es ese al que estaría respondiendo la sociedad (otro objeto peliagudo)? ¿Qué sociología podrá describir esa respuesta? Comencemos por caracterizar, como nos sugiere el filósofo Tim Morton, el cambio climático como *hipe-roobjeto*: una entidad de tal calibre temporal, espacial, epistemológico, que desborda radicalmente nuestras capacidades de conceptualización. La vertiginosa diversidad de escalas en las que se manifiesta la crisis climática hace que debamos atender *a la vez*, por ejemplo, a modelos climatológicos que habitan en superordenadores, y al hecho de que una persona intensamente “concienciada” ecológicamente vaya a instalar en 2023 una caldera de gasoil, en lugar de aerotermia o geotermia, en su casa solariega. ¿Qué sociología pueda dar cuenta de esta variedad de “respuestas”? Seguramente una que renuncie, precisamente, a hablar de, desde, lo social, esa noción vaporosa, y que por el contrario se empecine tercamente en describir los ensamblajes y redes de agentes, materiales, máquinas, procesos, regulaciones y saberes que se articulan en cada uno de esos espacios. Una sociología que pueda describir *prácticas* en el sentido que le da, entre otras autoras, Elizabeth Shove: prácticas que se orquestan a través de materialidades, significados y competencias.

Sea por la vía que fuere, es urgente que tanto sociología como sociedad respondan mejor a la crisis climática. Esto significa que debemos atender, comprender y contribuir a reconstruir aceleradamente aquellos sectores que mayor impacto tienen en nuestras emisiones. Debemos, por tanto, ser útiles



para orientarnos en lo que el capítulo español del Green Building Council denomina la *Hoja de ruta para la descarbonización de la edificación en todo su ciclo de vida*. Allí se subraya la relevancia para la construcción de un marco social capaz de impulsar la descarbonización del parque edificado. Es crucial que desde la sociología podamos contribuir directamente a los tres retos que plantea el GBCe en esa dimensión:

- ▶ Reconocer el valor social de la edificación y su ciclo de vida;
- ▶ Empoderar a las personas y las comunidades como agentes transformadores hacia la descarbonización;
- ▶ Construir un entorno favorable a una sociedad baja en carbono en el ámbito mediático y en el campo profesional.

Todo ello implica, sin embargo, estar preparado para analizar la cuestión de lo que *no* hemos hecho, tanto como disciplina como sociedad: entender tanto las decisiones como las *no-decisiones*, como en los años sesenta del siglo pasado nos señalaba Bachrach y Baratz desde la politología. Para ello es necesario ir (mucho) más allá de los enfoques clásicos que analizan la distancia entre actitudes, conocimientos y comportamientos en el terreno "ecológico" (otro concepto difuso), o los que "mapean" la opinión pública y sus correlatos electorales. En el proceso, curiosamente, es posible que reactivemos enfoques sociológicos aún más clásicos, como la sociología de las profesiones, antaño central para el desarrollo de la disciplina, pero a la que se ha prestado cada vez menos atención en las últimas décadas.

Concretemos, en el caso de los edificios, y en particular los edificios no domésticos, en qué consistiría una sociología capaz de describir y ordenar ese espacio de "respuesta" al cambio climático (uno de los más importantes, de acuerdo con el IPCC y cualquier diagnóstico medianamente informado). Debería ser capaz de rastrear tanto los enfoques "desde arriba" (normativas, regulaciones, programas políticos) como "desde abajo" (ciudadanos en tanto que consumidores, votantes u opinadores). Pero también, y este es quizá el reto al que no siempre hemos sabido hacer frente, la zona "intermedia" de actores y procesos de diseño, de

construcción, de modelización, de verificación, de estándares y sellos de calidad, pero también de demandas ciudadanas y respuestas administrativas, que se confrontan en la (re)construcción sostenible de nuestros edificios públicos.

Se trata, como decía el recientemente desaparecido Bruno Latour, de "unir los puntos": es decir, describir detalladamente dónde nos lleva la cuestión analizada, sin una definición previa del objeto o sus fronteras. ¿En qué punto la movilización de las Madres por el Clima o #RevueltaEscolar, que reclama vigorosamente la pacificación de los entornos de los centros educativos en términos de tráfico rodado, "choca" (o, por el contrario, no llega a enfrentarse) con la maquinaria que administra esos centros educativos, las más de las veces edificios viejos, ineficientes, mal aislados y peor acondicionados acústicamente, con las consecuencias para el bienestar (y la calidad del aprendizaje) de estudiantes y profesores que todo ello tiene?

¿Qué (i)lógicas de la organización administrativa, qué roles y «atrapamientos» hacen que no se permita poner un toldo que regule la insolación y la ganancia térmica de una clase infantil hasta hacerla asfixiante? La respuesta del técnico responsable de la Comunidad de Madrid no es "no creo en el cambio climático": es ¿y a mí quién me certifica esto? Y pone en juego criterios y limitaciones de edificabilidad, bloqueando las iniciativas. ¿Disponemos de una sociología, seguramente hermanada con los estudios de la ciencia y la tecnología y capaz de trabajar con otras disciplinas, como la ciencia de la administración, las ciencias empresariales, la arquitectura o la ingeniería, para entender qué bloquea marcos normativos tan avanzados como la ley andaluza de bioclimatización de centros educativos?

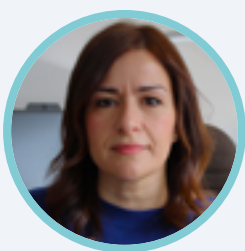
Este no es sólo un espacio de consensos o procesos "macro", en el que la sociología se ha encontrado más cómoda, sino de controversias "micro". No es un espacio desde el que elaborar discursos moralistas, sino una tarea minuciosa de identificación de potenciales "puntos de presión". ¿Cómo se generaba la resistencia a la adopción de la geo – o aerotermia? Si encontramos en los instaladores desconfianza de máquinas y procesos que apenas conocen, de los que no hay ejemplos previos, redes de confianza en suministradores y componentes, conversaciones, aprendizajes... un *folklore*, quizá podamos recomendar que se articulen medidas que cubran esa garantía, que reduzcan el riesgo e incrementen el control percibidos.

No hay aquí "ciudadanos" o "consumidores" genéricos, sino clientes concretos y una inmensa variedad de saberes, prácticas y profesionales "intermedios": arquitectas, ingenieras, expertos ambientales, y, cada vez más, inversores, responsables presupuestarios, interventores, certificadores energéticos, fabricantes y suministradores de materiales... Pero precisamente por ello, puede y debe aspirar a ser útil para impulsar la(s) respuesta(s) de una sociedad a un cambio climático que le desborda. Para ello tendrá que salir de sus zonas de confort teóricas y empíricas, para poder responder a la mayor crisis de la historia; seguramente reconstruyendo, en el proceso de elaborar esa respuesta, su propia mirada, su propia "caja de herramientas", sus propias prácticas.

”

La vulnerabilidad social frente a los efectos del cambio climático

Guadalupe Ortiz. Socióloga.
Universidad de Alicante



“Cuando hablamos de grupos vulnerables de lo que estamos dialogando es de esta desigual manera de confrontar, enfrentarse o adaptarse a un desastre natural”

A la hora de analizar la dimensión social del cambio climático, si bien resulta indispensable el abordaje de sus causas-a través de estrategias orientadas a la transición energética, la modificación del modelo productivo o a acciones educativas-, resulta igualmente necesario afrontar sus consecuencias, dado que éstas son ya una realidad manifiesta. En el ámbito español, ya es un hecho el aumento generalizado de las temperaturas, la reducción de las precipitaciones medias anuales o el incremento de las lluvias de carácter torrencial, aumentando así la frecuencia e intensidad de los eventos de inundación potencialmente catastróficos (IPCC, 2014). Centrándonos en este último tipo de desastre, de acuerdo con datos del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS, 2021), a lo largo de lo que llevamos de siglo XXI España ha sufrido 43 grandes eventos de inundación, es decir, episodios cuyos daños asegurados superan los 24 millones de euros, generando cerca de 3 mil millones de euros en daños indemnizados. Según el informe más reciente de Protección Civil (2021), 215 personas han fallecido en España desde el año 2000 por inundaciones.

A través del estudio de los impactos sociales de desastres socioambientales, la Sociología ha demostrado en numerosas ocasiones que estos impactos no se distribuyen de manera equitativa u homogénea entre los distintos grupos y categorías sociales. A este respecto, el concepto de vulnerabilidad social nos permite el análisis y acercamiento a esta desigual distribución de impactos, entendiendo que unos grupos sociales son más vulnerables que otros ante las consecuencias derivadas de un evento catastrófico, como puede ser el caso de las inundaciones.

A pesar de la importante dispersión conceptual que rodea a la vulnerabilidad social, diversos autores la han definido y afrontado a partir del análisis del *estado* (Adger y Kelly, 1999; Allen, 2003), *características* (Wisner et al., 2004) o *condiciones* (UNDRR, 2023) de carácter social, económico, político o cultural que determinan la capacidad de individuos, grupos y sistemas para hacer frente a las consecuencias negativas amenazas o desastres. Considerando esta definición u otras similares, desde diversas disciplinas científico-sociales se han intensificado en las últimas décadas los esfuerzos para la identificación pormenorizada y el análisis de esas características o condiciones que determinan el nivel de vulnerabilidad de un territorio o población. De esta manera, han proliferado la creación de los llamados “índices de vulnerabilidad social” (Cutter et al., 2003; Fekete, 2009; Flanagan et al., 2011), en muchas ocasiones ligados a un ejercicio de cartografía social, que normalmente resultan de la combinación y mediciones cuantitativas de las variables sociales que caracterizan a las poblaciones expuestas a una amenaza, tales como la edad, la renta, el nivel educativo, la etnia, etc., habitualmente a partir de datos proporcionados por fuentes estadísticas secundarias.

Si bien este tipo de enfoques han ofrecido información enormemente valiosa desde el punto de vista académico, presentan una serie de limitaciones que resulta necesario considerar. Por un lado, a nivel metodológico, este enfoque de naturaleza socio-demográfica no incorpora aspectos de difícil medición que suelen quedar así excluidos de los análisis. Cuestiones tales como la percepción del riesgo de las poblaciones expuestas a la amenaza, el conocimiento de medidas de autoprotección en caso de emergencia, las capacidades de respuesta ante el desastre, la confianza institucional o el capital social, entre otras muchas, tienen difícil encaje en la elaboración de este tipo de índices cuantitativos.

Por otro lado, a nivel operativo y desde un enfoque de Sociología Aplicada, cuando queremos transferir esa información a los procesos de gestión integral del riesgo, este tipo de indicadores pueden resultar de escasa utilidad para los tomadores de decisiones. En muchas ocasiones, las variables que identificamos como indicadores de vulnerabilidad social ofrecen un difícil margen de maniobra para los gestores del riesgo dadas sus dificultades de transformación. Es decir, con los métodos tradicionales de análisis de la vulnerabilidad social a través de indicadores sociodemográficos, podemos establecer que una determinada población es altamente vulnerable, por ejemplo, por presentar elevados niveles de envejecimiento y por encontrarse ubicada en una zona inundable. Pero esto ¿qué nos aporta a la hora de tomar decisiones en materia de gestión del riesgo de inundación? Por supuesto, podemos estar más prevenidos para proveer de servicios a esa zona en una posible situación de emergencia, pero lo que no vamos a poder hacer es cambiar la edad de esa población.

El problema aquí es que buena parte de la investigación en materia de vulnerabilidad social se ha centrado durante mucho tiempo en la primera parte de la definición que planteábamos en párrafos anteriores, es decir, la relativa a los factores que determinan la vulnerabilidad social frente al desastre. Sin embargo, no se ha dado la misma importancia a la segunda parte de la definición, esto es, la atención a la desigual capacidad de individuos, grupos y sistemas para

confrontar y adaptarse a los desastres. Una comunidad envejecida es vulnerable, no por su edad, sino por el modo en que su edad condiciona su capacidad para afrontar la amenaza: por sus dificultades de movilidad, de capacidad de reacción, de conectividad y uso de medios de comunicación para la solicitud de auxilio, de falta de red de apoyo, etc. El conocimiento de las capacidades sociales que han de ser reforzadas para minimizar los impactos sociales de los eventos de inundación resulta, en este sentido, más necesario y operativo para quienes han de tomar decisiones en materia de planificación y gestión del riesgo de inundación.

Por lo tanto, en el ámbito de los desastres que se prevé se intensifiquen como consecuencia del cambio climático, resulta imprescindible que desde las Ciencias Sociales pongamos el foco en carácter aplicado de nuestros procesos de producción de conocimiento, de modo que éste sea realmente útil para los sectores sociales a quienes se transfiere. La atención a la creación y refuerzo de capacidades adaptativas de las poblaciones más vulnerables es, sin duda, un campo de trabajo en el que la Sociología y las instituciones gestoras del riesgo habrán de colaborar de manera estrecha en los próximos años. Desde el grupo de investigación "Población, Medio Ambiente y Sociedad" que coordino y desde el Observatorio Socioeconómico de Inundaciones y Sequías, dirigido por el profesor Antonio Aledo (Universidad de Alicante), estamos trabajando en diversos proyectos en esta línea, bajo el convencimiento de que el fortalecimiento de las capacidades de adaptación – especialmente de grupos vulnerables – ha de ser una de las prioridades de instituciones de gestión y de investigación para confrontar de manera eficaz los ya imparable efectos del cambio climático.

Fuentes y enlaces de interés

Adger, W. N. and Kelly, P. M. (1999) Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4, 253-266.

Allen, K. (2003). Vulnerability reduction and the community-based approach: A Philippines study. In M. Pelling (ed.) *Natural disaster and development in a globalizing world* (pp. 186-200). Routledge: Londres.

Consorcio de Compensación de Seguros (2022). [Estadística de Riesgos Extraordinarios \(serie 1971-2021\)](#).

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2012). Social vulnerability to environmental hazards. In S. Cutter (ed.) *Hazards vulnerability and environmental justice* (pp. 143-160). Routledge: Londres.


Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2021). [Fallecidos por Riesgos Naturales en España en 2020](#).

Fekete, A. (2009). Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), 393-403.

Flanagan, B. E., Gregory, E. W., Hallisey, E. J., Heitgerd, J. L., & Lewis, B. (2011). A social vulnerability index for disaster management. *Journal of homeland security and emergency management*, 8(1).

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2023). Terminology: vulnerability. Recurso online: <https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. (2004) *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. Routledge: Londres



En el caso concreto del sector
energético, la inversión en I+D resulta
totalmente necesaria para avanzar en
el desarrollo de nuevas tecnologías
que puedan mejorar la vida de los
ciudadanos, dotándoles de las
herramientas necesarias para hacer
frente a amenazas tan importantes
como la escasez de recursos,
puesta de manifiesto tras la invasión
de Ucrania por Rusia, y el cambio
climático y sus consecuencias más
inmediatas.

Antonio Chica.

Científico titular. Instituto de Tecnología
Química de Valencia (ITQ-UPV-CSIC)

LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA EN EL ÁMBITO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

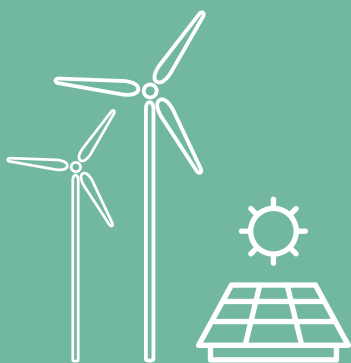




"Hoy sabemos cómo producir energía de forma limpia, barata y medioambientalmente sostenible, utilizando los recursos ilimitados que nos proporcionan el sol, el agua, la biomasa y la atmósfera, por ejemplo"

David Redoli Morchón.
Sociólogo.

Director de Relaciones
Institucionales de Solaria



La necesidad de acelerar la transición energética

El aprovechamiento del carbón, del petróleo, del agua, del gas, del sol, del aire o del uranio nos ha permitido globalizar el mundo, inventar internet, llegar al espacio, impulsar nuestra inventiva (también para armar devastadoras guerras) y, sobre todo, construir progreso y bienestar.

Un progreso que parecía ilimitado y que, como especie, estamos empezando a poner en riesgo por una sencilla razón: porque **estamos poniendo en peligro la vida misma por el uso desmesurado de determinados combustibles muy contaminantes. La investigación y la innovación en España en energías renovables están, por lo tanto, íntimamente vinculadas a la necesidad de desplegar rápida y masivamente energías limpias para atajar nuestra dependencia de los combustibles fósiles (caros, contaminantes y en manos de potencias extranjeras a las que se los tenemos que comprar).**

La vida se sustenta en ecosistemas con equilibrios ecológicos. Sin ellos, sin oxígeno, sin alimentos, sin vegetación, sin agua potable, no hay nada. Y los estamos destruyendo. El uso masivo de determinados combustibles fósiles para dotarnos de electricidad, de movilidad o de confort en nuestros hogares lleva demasiadas décadas vertiendo a la atmósfera ingentes cantidades de dióxido de carbono (o anhídrido carbónico). Unas emisiones que están dando al traste con el planeta. Un planeta que, no lo olvidemos, es finito (por definición).

En 2022 casi 8.000 millones de personas poblamos la Tierra (no llegábamos a los 1.000 millones de habitantes a principios del siglo XIX, en 1800). Las emisiones globales de CO₂ se han multiplicado exponencialmente y, en consecuencia, nuestro mundo se está recalentando (porque estamos convirtiendo la propia atmósfera en una enorme capa provocadora del efecto invernadero).

En muy pocos años, si no modificamos el rumbo energético, veremos con más frecuencia problemas de abastecimiento alimentario por el aumento de sequías, experimentaremos una disminución del agua potable, sufriremos subidas del nivel del mar y la acidificación de las aguas de los océanos, se elevarán los riesgos de incendios forestales, lamentaremos la extinción de especies, combatiremos nuevas pandemias, aumentarán los huracanes y los tifones, habrá migraciones masivas por causas climáticas...

Todo esto suena catastrofista. Y, en realidad, lo es. Porque las evidencias empíricas demuestran sistemáticamente, año tras año, que **el calentamiento global amenaza la vida por el aumento de las temperaturas de la atmósfera, de la superficie del suelo y de los mares.**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) cifra en 4.000 el número de personas que han muerto por calor este 2022 en España. Según los datos del Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales (EFFIS), la temporada de incendios de 2022 ha sido la peor del siglo. El fuego ha arrasado casi 310.000 hectáreas en España en 2022 y los fuegos padecidos en Zamora (más de 32.500 hectáreas) han sido los más destructivos de la historia de España. Por su parte, el Reino Unido el 19 de julio superó los 40 grados centígrados (la jornada más calurosa jamás registrada, según la Oficina de Meteorología británica). No son hechos puntuales: forman parte de un patrón de comportamiento climático global ya largamente estudiado y confirmado tanto por científicos de los cinco continentes como por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), creado en 1988.

¿Se trata de un escenario irreversible? No aún. Pero no andamos sobrados de tiempo. Para frenar y revertir estas destructivas tendencias climáticas **necesitamos acelerar la transición ecológica y energética** que ya está en marcha en muchos países. **Uno de sus principales vectores es el despliegue, rápido y masivo, de energías renovables (solar fotovoltaica y eólica, principalmente). Gracias a ellas podremos realizar un cambio de modelo energético que entrelace tres ejes fundamentales: descarbonizar el sistema eléctrico, el transporte, la industria, la vivienda, etc.; electrificar la economía; y aumentar la eficiencia energética (incluyendo el ahorro energético).**

Las renovables traen consigo esa tríada (descarbonizar, electrificar y aumentar la eficiencia con precios más asequibles de la electricidad). Son, por lo tanto, una parte fundamental de la solución. **Y lo son por cinco motivos, principalmente: porque son relativamente fáciles y rápidas de instalar; porque no son contaminantes; porque para producir electricidad se nutren de elementos disponibles en la naturaleza de forma infinita (radiación solar y viento); porque ayudan a fijar población y a generar riqueza en territorios normalmente afectados por el reto demográfico y, además, pueden integrarse con las actividades agrícolas y ganaderas de la zona; y porque generan electricidad a precios mucho más baratos que cualquier otra tecnología.**

Necesitamos la energía para vivir, al igual que la necesitábamos hace miles de años para sobrevivir. Con una diferencia: hoy sabemos cómo producir energía de forma limpia, barata y medioambientalmente sostenible, utilizando los recursos ilimitados que nos proporcionan el sol, el agua, la biomasa y la atmósfera, por ejemplo. De hecho, España ya ha experimentado lo que hasta ahora parecía una utopía: el sábado 2 de abril de 2022, según datos de Redeia, nuestro país fue capaz de generar durante unas horas casi el 100% de la demanda interna peninsular de electricidad con energía renovable (al igual que, unas semanas después, lo logró California para sus 40 millones de habitantes).

El futuro libre de emisiones contaminantes, con una generación eléctrica totalmente renovable, está, por lo tanto, cada vez más cerca (una tendencia que se acelerará en cuanto el **almacenamiento en baterías y el hidrógeno verde estén listos para su universalización**).

Proyectos de I+D+I en energías renovables financiados con programas nacionales

Se ha realizado una búsqueda por palabras clave relacionadas con las energías renovables en la base de datos del Sistema de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI), que contiene información detallada sobre las ayudas públicas concedidas en el ámbito de I+D+I, tanto desde la AGE como desde las CCAA.

La Subdirección General de Planificación, Seguimiento y Evaluación del Ministerio de Ciencia e Innovación, encargada del SICTI, proporcionó a FECYT todos los registros de proyectos nacionales concedidos que podían estar relacionados con la temática durante el período **2017-2020**. Posteriormente se analizaron los resúmenes de cada proyecto para identificar y eliminar aquellos que, aun conteniendo alguna de las palabras clave, no estaban relacionados con el desarrollo de energías renovables.

Con los resultados obtenidos en este análisis y discriminación, se ha depurado el listado inicial de palabras clave²⁷ y se ha procedido a clasificar los proyectos por las distintas áreas dentro del ámbito de las energías renovables, teniendo en cuenta los distintos tipos de energías, almacenamiento y aplicación de tecnologías para la mejora de procesos.

²⁷ Véase Anexo: Tabla de palabras clave relacionadas con las energías renovables

Este procesado de datos de proyectos ha permitido seleccionar **1.106 proyectos** que se han clasificado en 12 áreas de estudio diferentes: seis de energías renovables (eólica, solar, biomasa, marítima, hidráulica y geotérmica), hidrógeno, mejora de procesos, recuperación de calor, tecnologías aplicadas, tecnologías de almacenamiento y otros desarrollos.

PROYECTOS I+D+I ENERGÍAS RENOVABLES, 2017-2020

Financiados con
Programas nacionales



374,4 M €

Importe concedido a
los proyectos

45% incremento en 2020
con respecto a 2017

1.106

Proyectos
financiados



Biomasa (94 M €)
Eólica (59 M €)
Solar (52 M €)

Centros por proyectos

- CSIC (94 proyectos)
- Univ. Zaragoza (27)
- Univ Polit. Madrid (24)
- Univ. Córdoba (23)
- Univ. País Vasco (20)



Financiación por centros

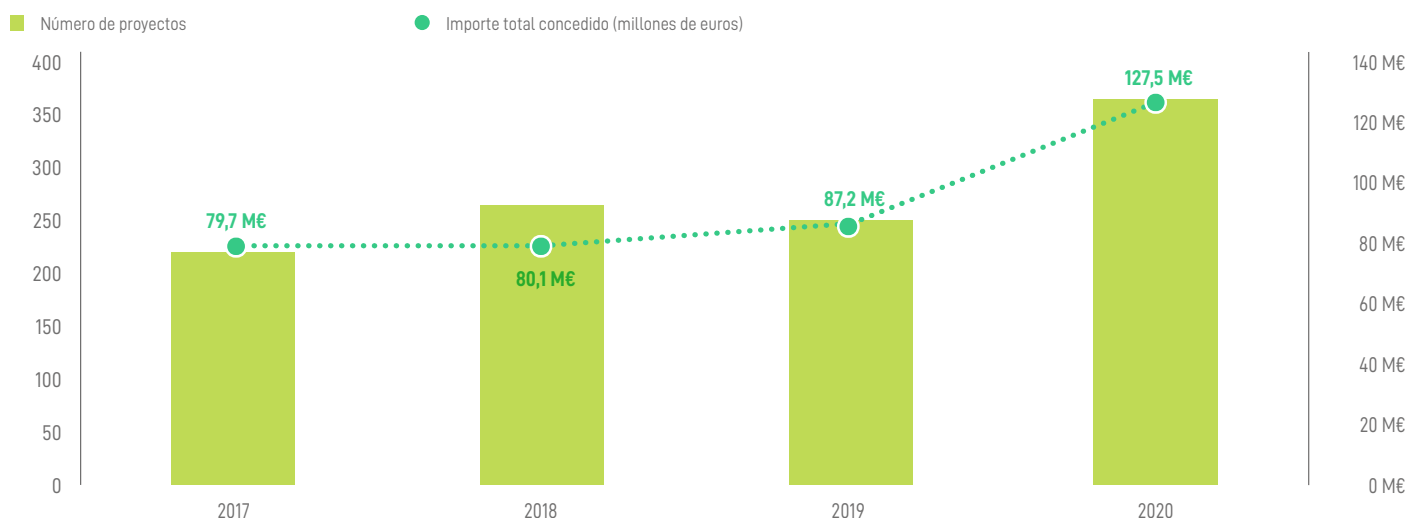
- CSIC (15,4 M €)
- Siemes Gamesa Renew. (13,7 M €)
- Skydeweller (7,9 M €)
- Ingeteam Power Tech. (6,6 M €)
- M. Torres Diseños Ind. (6,1 M €)



Fuente: FECYT, elaboración propia a partir de datos SICTI

El importe total concedido a estos 1.106 proyectos en el período analizado fue **de 374,4 millones de euros**. En el siguiente gráfico se aprecia el incremento que hubo en el año 2020 de más de un 45% tanto en número de proyectos como en importe concedido

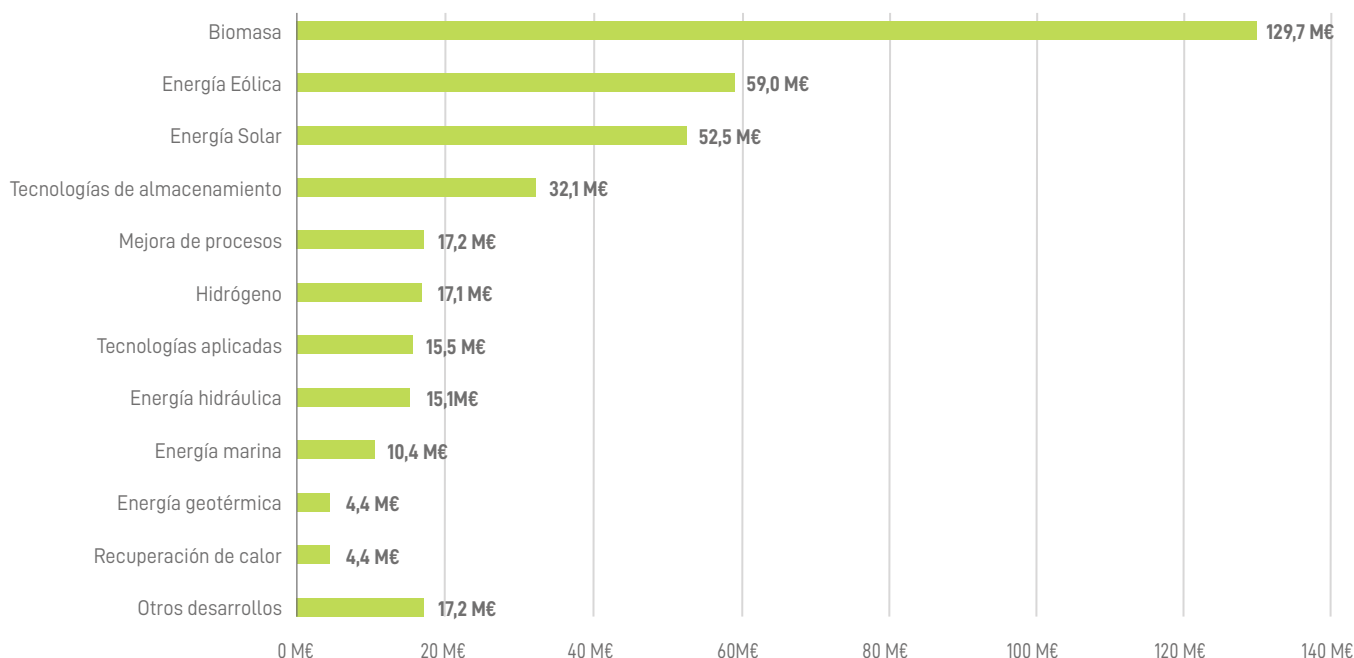
NÚMERO DE PROYECTOS NACIONALES E IMPORTE CONCEDIDO (M€). 2017 A 2020



Fuente: FECYT con datos del SICTI

Por áreas, más de la tercera parte de la financiación se concedió a proyectos de investigación en biomasa, con casi 130 millones de euros en el período 2017-2020. La investigación en energía eólica y solar contaron con 59 y 52 millones de euros respectivamente:

IMPORTE TOTAL CONCEDIDO (M€) POR ÁREAS. 2017-2020

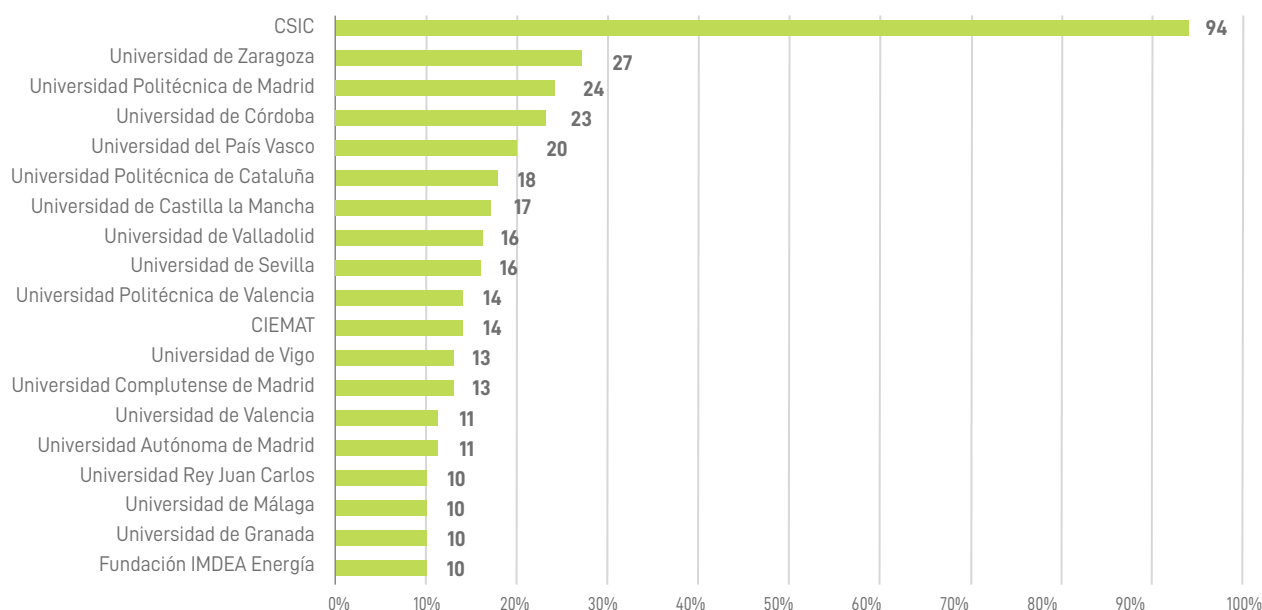


Fuente: FECYT con datos del SICTI

El centro con mayor número de proyectos concedidos fue el CSIC, con 94 proyectos entre 2017 y 2020. Le sigue la Universidad de Zaragoza (27 proyectos), la Universidad Politécnica de Madrid (24 proyectos), la Universidad de Córdoba (23 proyectos) y la Universidad del País Vasco (20). Además

de otras universidades públicas españolas, aparecen entre los centros con 10 o más proyectos, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y la Fundación IMDEA Energía.

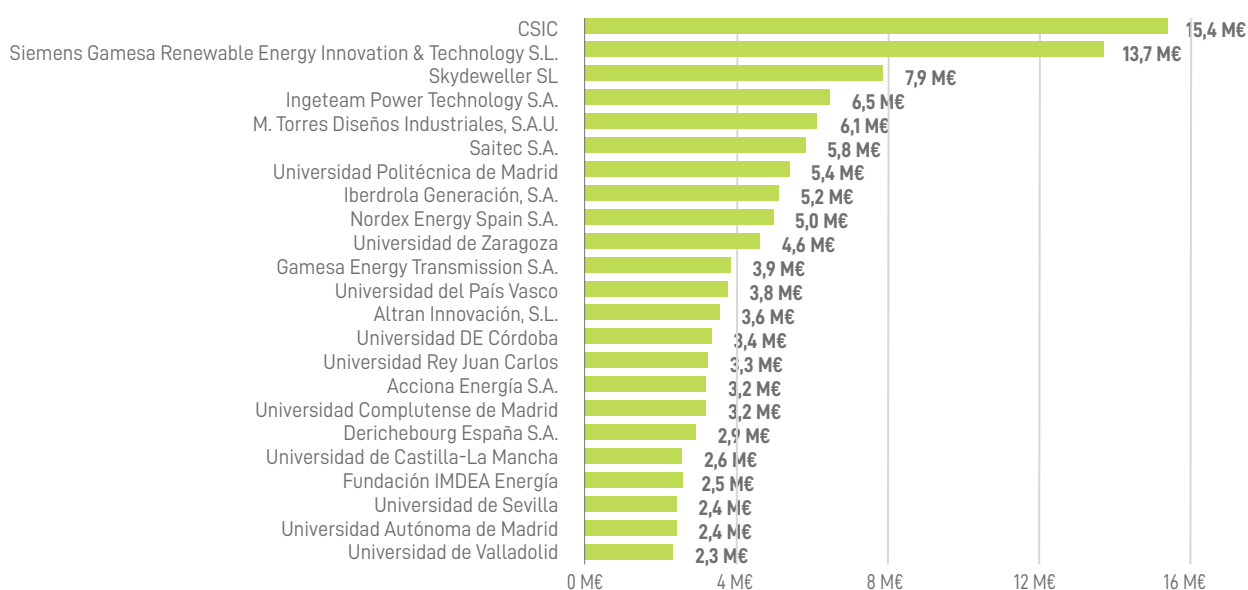
NÚMERO DE PROYECTOS POR ENTIDAD BENEFICIARIA. 2017-2020



Fuente: FECYT con datos del SICTI

En cuanto a financiación, también encabeza la lista de entidades, el CSIC, que ha recibido un total de 15,4 millones de euros en el período 2017-2020. Después del CSIC, las entidades que recibieron 5 o más millones de euros fueron empresas privadas, entre las que se encuentran Siemens Gamesa Renewable Energy Innovation & Technology S.L. (13,7 millones de euros concedidos), Skydweller S.L. (7,9 millones de euros concedidos) e Ingeteam Power Technology S.A. (6,5 millones de euros).

IMPORTE TOTAL CONCEDIDO (M€) POR ENTIDAD BENEFICIARIA. 2017-2020



Fuente: FECYT con datos del SICTI

Análisis de la producción científica española en el ámbito de las energías renovables, sostenibilidad y medio ambiente durante el período 2017-2022

Resumen

Este estudio analiza la producción científica de España para el periodo 2017-2022 en el área de las Energías Renovables, Sostenibilidad y Medio Ambiente utilizando la herramienta bibliométrica *Scival* de Elsevier, a partir de datos *Scopus*. En primer lugar, se muestra un estudio de contexto mundial comparando la producción científica de los países más desarrollados y su evolución en el período analizado. Además, se analizan los indicadores de la citación de excelencia, la colaboración internacional, así como los trabajos publicados en las revistas científicas más relevantes del mundo. Y en segundo lugar se hace un análisis de los principales indicadores de las publicaciones españolas en general y en particular, de la rentabilidad científica, medida en términos de citas, de la colaboración con otros países en el ámbito de las Energías Renovables (energías renovables a partir de ahora). Además, se analiza el liderazgo de la producción científica española en este tema y, por primera vez, se identifican cuántos de estos líderes son mujeres. Por último, se analizan exhaustivamente aquellos grupos de temas que están más presentes en las publicaciones de España y cuáles han crecido en 2022, señalando así las tendencias de la investigación española en este ámbito.

La producción científica española en energías renovables. 2017-2022



16.512

Publicaciones de España en energías renovables

8ª

posición de España en el mundo en publicaciones sobre EERR



66%

Publicaciones lideradas por un/a autor/a de una institución de España

23%

producción científica en top 10% más citada del mundo



23%

publicaciones lideradas por una científica



43%

publicaciones en las revistas más relevantes del mundo (Q1)



50%

Publicaciones en colaboración con otros países



Italia, Reino Unido y Alemania, principales colaboradores de España

Principales instituciones: CSIC, univ. politécnicas de Madrid, Cataluña y Valencia, Univ. Sevilla y Univ. País Vasco

- Redes de transporte de energía eléctrica; Energía eólica; Distribución de energía eléctrica
- Electricidad, Energía; Economía
- Baterías secundarias; Baterías eléctricas; Aleaciones de litio
- Pilas de combustible microbianas; digestión anaerobia; biorreactores



Fuente: FECYT partir de Scival de Elsevier con datos Scopus.
Consultado el 14 de marzo de 2023

Principales resultados

- ▶ **China** destaca en solitario como el primer gran país productor del mundo en publicaciones sobre energías renovables y participa en el 32,8% de la producción científica mundial sobre el tema.
- ▶ **España es el octavo país del mundo** en número de publicaciones, con 16.512 documentos sobre energías renovables y participa en el 3,6% de la producción científica mundial sobre el tema. Entre 2017 y 2021 se ha **duplicado** la producción científica española en el ámbito de las energías renovables.
- ▶ El 23% de las publicaciones españolas sobre energías renovables son de excelencia porque pertenecen al conjunto del 10% de las más citadas del mundo en ese ámbito.
- ▶ El (66,3%) de la producción científica española está liderada por un autor/a que pertenece a una institución de investigación de España y el 23,3% de las publicaciones de España están lideradas por una mujer.
- ▶ El 43% de la producción científica española sobre energías renovables se publica en las revistas más relevantes del mundo en el ámbito. Al final del período, en 2022 ha aumentado al 46%.
- ▶ El 50% de la producción científica española se publica en colaboración con otros países, si bien en 2022 ya aumentado al 55%.
- ▶ El principal país colaborador de España en publicaciones que tratan sobre energías renovables es Italia, seguido de Reino Unido y Alemania.
- ▶ La mayor rentabilidad científica, medida en términos de citas, la alcanza España en las publicaciones en colaboración con China y Países Bajos, ya que el 46% y 36% respectivamente de ellas se encuentran entre las más citadas del mundo o de excelencia en el tema.
- ▶ A cierta distancia, también publicar con Reino Unido, Alemania, Estados Unidos e Italia, es bastante rentable para España en el ámbito de las energías renovables, ya que más del 33% de los documentos publicados con ellos se encuentran entre los más citados del mundo.

- ▶ Asimismo, casi el 71% de las publicaciones en colaboración con China se publica en las revistas más relevantes del mundo en energías renovables, seguidas de las colaboraciones con Alemania (64,7%) y Estados Unidos (64,3%)
- ▶ Las agrupaciones temáticas en el ámbito de las energías renovables con mayor presencia en la producción científica española sobre el tema son: **"Redes de transporte de energía eléctrica; Energía eólica; Distribución de energía eléctrica"** (2.773 documentos), **"Electricidad; Energía; Economía"** (2.669 documentos), **"Baterías secundarias; Baterías eléctricas; Aleaciones de litio"** (2.532 documentos) y **"Pilas de combustible microbianas; digestión anaerobia; biorreactores"** (2.151 documentos).
- ▶ La mayor citación de la producción científica española con respecto a la media mundial se alcanza con las publicaciones asociadas a los siguientes grupos temáticos: **"Electricidad; Energía; Economía"** documentos) y **"Baterías secundarias; Baterías eléctricas; Aleaciones de litio"** son las que mayor citación presentan con respecto a la media mundial (=1), un 90% y un 70% más, respectivamente.
- ▶ Las publicaciones asociadas a las agrupaciones **"Vehículos híbridos; ahorro de combustible; vehículos eléctricos"**, **"Ciclo de vida; Desarrollo sostenible; Sostenibilidad"** son las que **más han crecido en 2002**, seguidas de las publicaciones en **"Turbinas eólicas; energía eólica; generadores asíncronos"** y **"Biocombustibles; Biomasa; Bioenergía"**.
- ▶ El CSIC, junto con las universidades politécnicas de Madrid, de Cataluña y Valencia, así como las universidades de Sevilla y País Vasco son las que mayor número de documentos han publicado en el período 2017-2022 sobre energías renovables. El mayor Impacto Normalizado lo alcanzan las universidades de Castilla-La Mancha y la Autónoma de Barcelona.

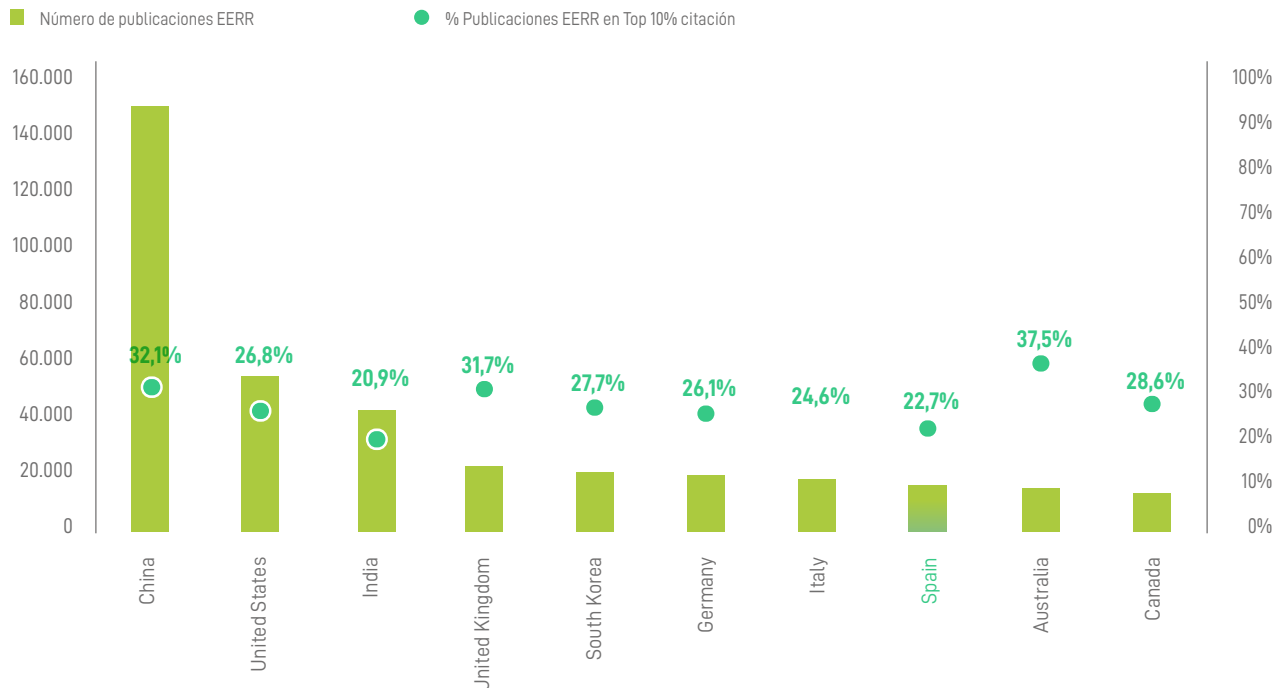
La producción científica mundial en energías renovables. 2017-2022

En el período 2017-2022, el **2,4%** de la producción científica mundial trataba sobre Energías Renovables, Sostenibilidad y Medio Ambiente (en adelante energías renovables).

China destaca en solitario como el primer gran país productor del mundo sobre la materia y participa en el 32,8% de la producción científica mundial sobre energías renovables. Las publicaciones sobre la materia suponen el 3,4% de la producción científica total de China en el período y, además, el 32% de sus publicaciones aparecen en el conjunto del 10% de las más citadas del mundo, o de excelencia, en la materia.

En el período 2017-2022, España es el octavo país del mundo en número de publicaciones, con 16.512 documentos sobre energías renovables y participa en el 3,6% de la producción científica mundial sobre el tema en ese período. Las publicaciones de España sobre energías renovables suponen el 2,8% de la producción científica española en el período y, además, casi el 23% de las publicaciones pertenecen al conjunto del 10% de las más citadas del mundo, o de excelencia, en el ámbito de las energías renovables.

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DEL MUNDO EN EERR. 2017-2022



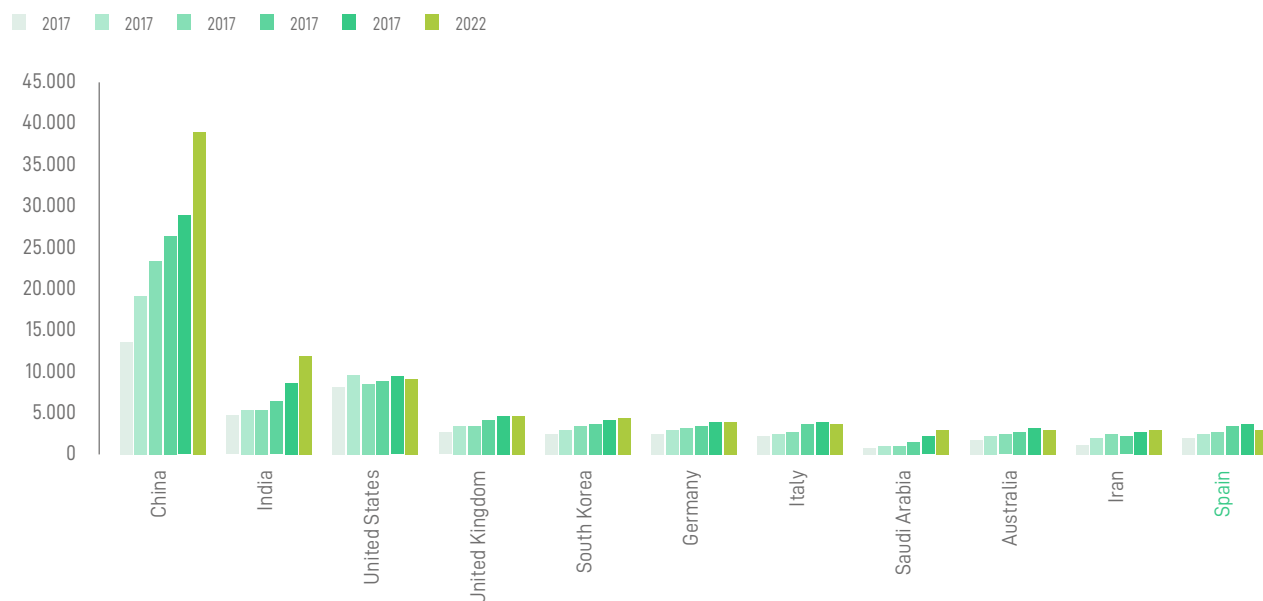
Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023



En el gráfico siguiente observamos como en el último año del período, **el 2022**, se percibe que la investigación en el mundo sobre energías renovables, en general, ha aumentado. El 3% de la producción científica mundial trata sobre energías renovables superando el 2,4% de media del período 2017-2022.

China sigue incrementando la investigación en la materia y continua como el primer país del mundo en publicaciones científicas sobre energías renovables. En 2022, participa en el 37% de la producción científica mundial en energías renovables, mejorando el 32,8% de media del período. China ha duplicado el número de publicaciones en esta materia en los últimos 5 años.

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DEL MUNDO EN EERR. 2017-2022



Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

Por el contrario, en 2022, España desciende al puesto 11 entre los principales países productores y participa en el 2,7% de la producción científica mundial sobre energías renovables frente al 3,6% de media del período 2017-2022. Además, en 2022, el 2,6% de los documentos científicos publicados en España trata sobre energías renovables, lo que supone un ligero descenso con respecto al 2,8% de media del período.

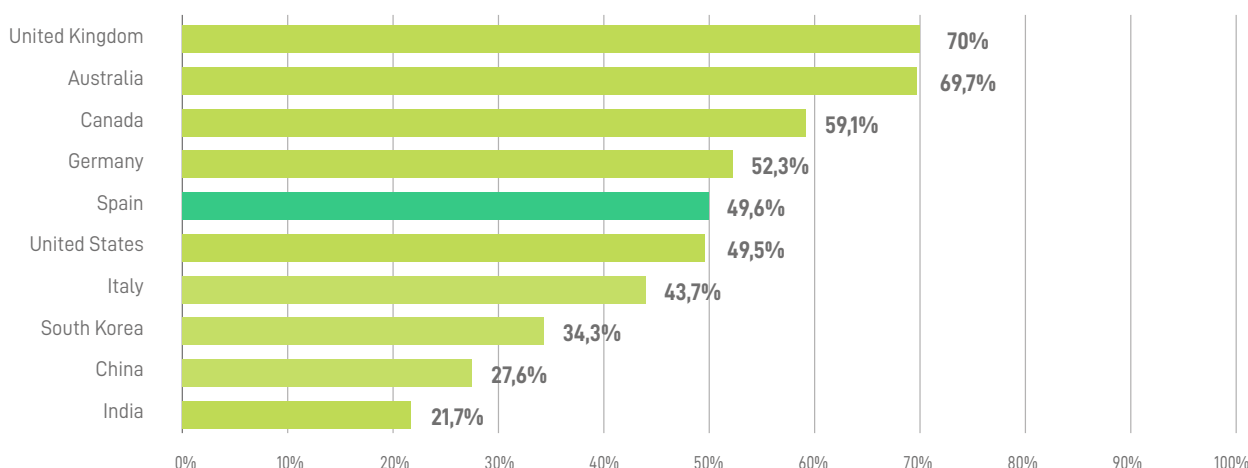
En 2022, Arabia Saudí e Irán se incorporan al grupo de los diez primeros países productores del mundo en energías renovables, ocupando la octava y décima posición respectivamente. Estos dos países y Australia adelantan a España en este ranking. Además, hay que destacar que India supera en número de documentos a Estados Unidos, por lo que se coloca en segunda posición, aunque ambos países están lejos de China.

La **cooperación internacional en ciencia y tecnología** es uno de los instrumentos más eficaces con los que cuentan los países para consolidar su capacidad científica y tecnológica, mejorar la calidad de sus investigaciones y formar recursos humanos altamente capacitados.

En el ámbito de las energías renovables, Reino Unido y Australia son los países con mayor número de publicaciones en colaboración internacional entre el conjunto de los diez primeros países productores en la materia en el período 2017-2022. España ocupa la quinta posición en publicaciones sobre energías renovables en colaboración internacional.

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DEL MUNDO EN EERR. 2017-2022

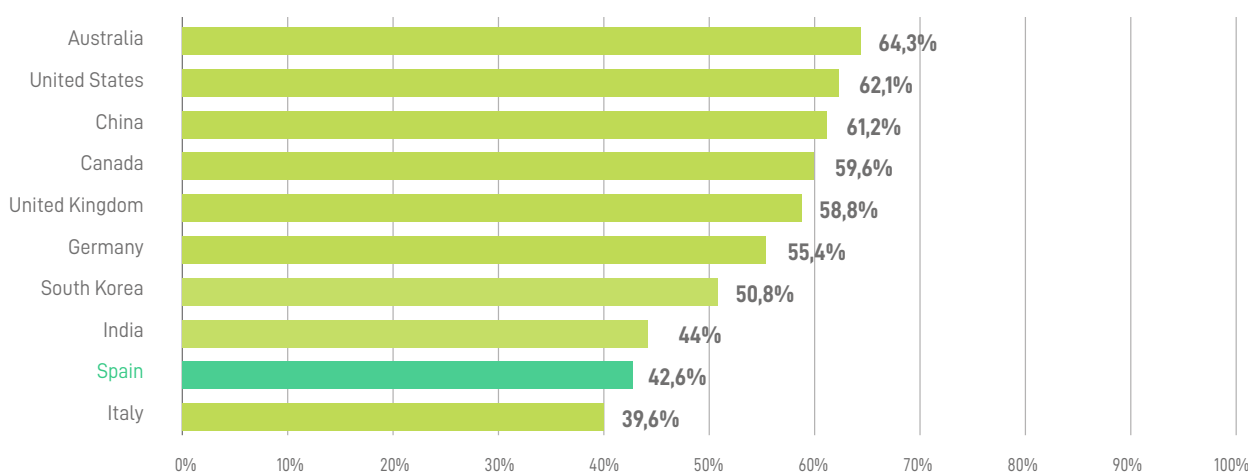
Publicaciones en colaboración internacional (%)



Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

En cuanto a la producción científica mundial en energías renovables que **se publica en las revistas más relevantes del mundo**, Australia, Estados Unidos y China son los que mayor porcentaje de documentos publican en las revistas más relevantes de mundo o de primer cuartil (Q1) en el ámbito de las energías renovables. España se sitúa en el noveno puesto, en el grupo de los diez primeros países productores de publicaciones en la materia, por porcentaje de documentos sobre energías renovables publicados en revistas Q1.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA PUBLICADA EN REVISTAS Q1 O DE PRIMER CUARTIL (%). 2017-2022

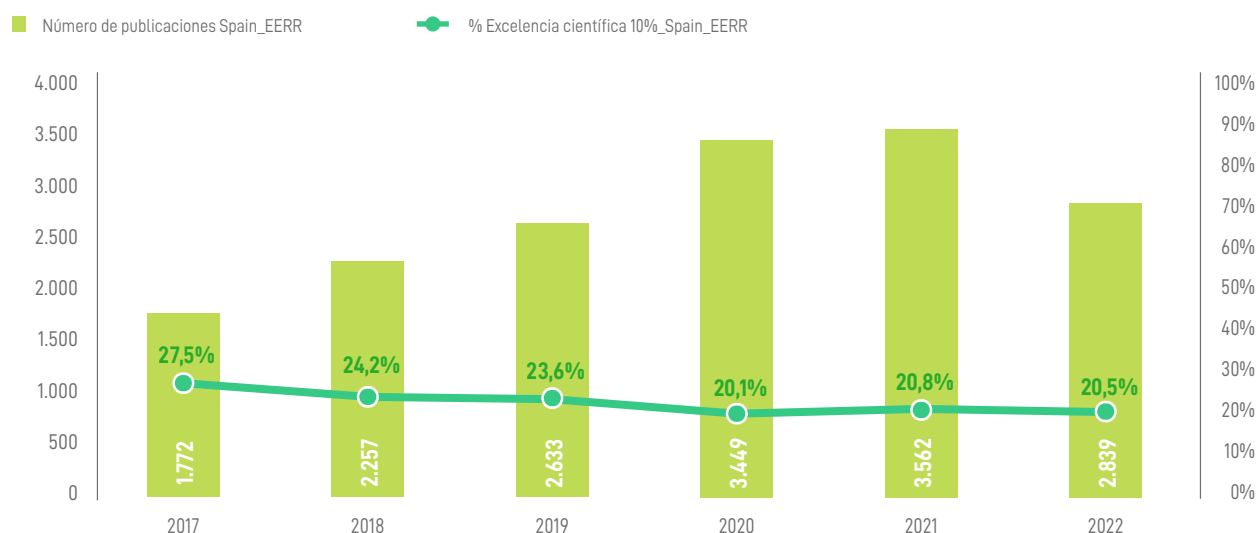


Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

La producción científica española en energías renovables. 2017-2022

En el período 2017-2022, España publica 16.512 documentos sobre energías renovables. Se muestra a continuación la evolución de los trabajos publicados en cada uno de los años del período, así de la excelencia alcanzada, medida por el porcentaje de publicaciones que se encuentran en el conjunto del 10% de las más citadas del mundo en energías renovables.

EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA EN EERR. 2017-2022



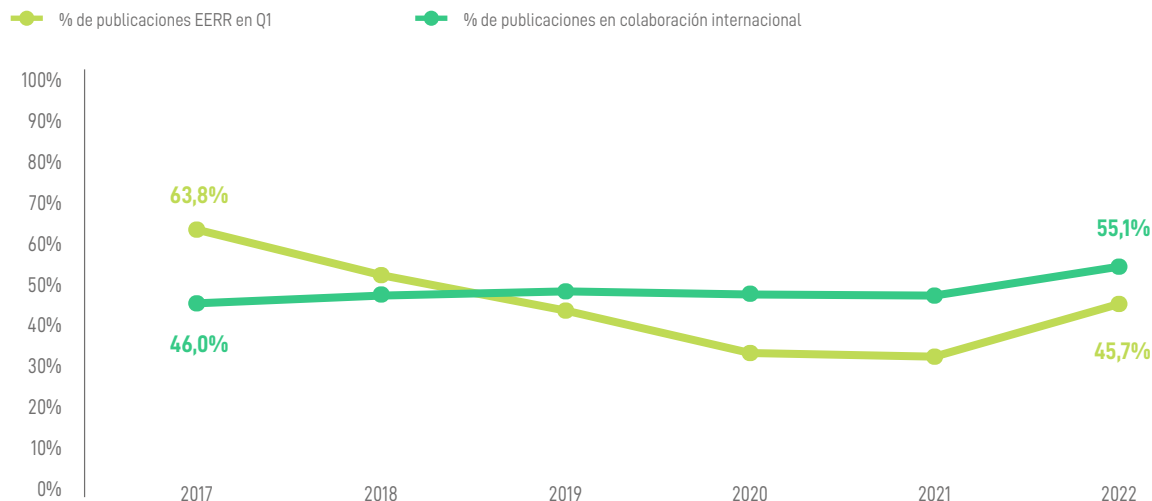
Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

Se observa que el número de publicaciones alcanza su punto más alto en 2021 y disminuye en 2022, casi al mismo nivel que en 2019. Quizá debido a la paralización general de las investigaciones en el momento de la pandemia.

En cuanto a las publicaciones españolas que se encuentran en el conjunto del 10% de las más citadas del mundo, se mantiene casi estable en los últimos tres años del período²⁸. En torno al 20% de las publicaciones españolas en energías renovables se encuentran entre las más citadas del mundo en 2022.

²⁸ Se debe considerar que cuanto más reciente es la fecha de publicación de un documento, menor será su posibilidad de ser citado, por lo que la pertenencia al conjunto del Top 10% o de excelencia disminuye a media que la fecha de publicación es más reciente. Para evaluar debidamente un indicador relacionado con la citación, al menos deberían pasar dos años desde su fecha de publicación.

EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA EN EERR. 2017-2022



Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

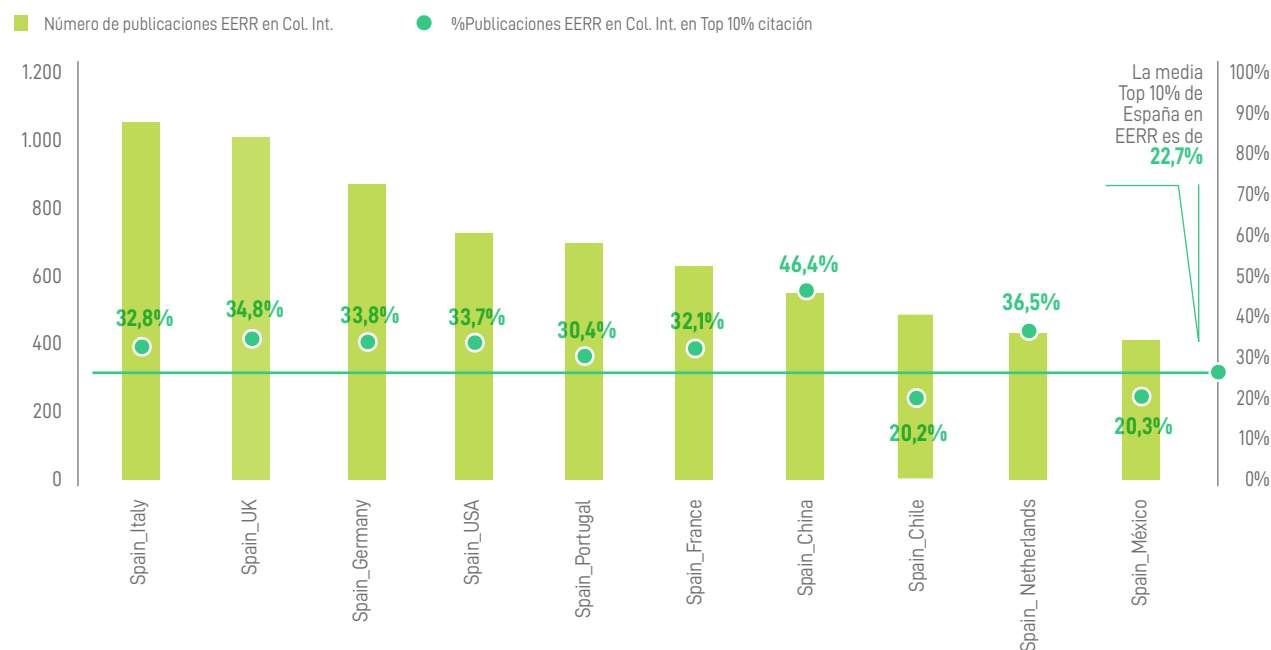
A lo largo del período 2017-2022, ha descendido el porcentaje de documentos españoles que se publicaron en las revistas más relevantes del mundo en el ámbito de las energías renovables, si bien ha repuntado en 2022 este porcentaje.

En cuanto al porcentaje de documentos en colaboración internacional sobre energías renovables, éste ha ido aumentando a lo largo del período, alcanzando el 55 % en 2022, lo que nos indica el aumento de la internacionalización de las publicaciones españolas en este ámbito.

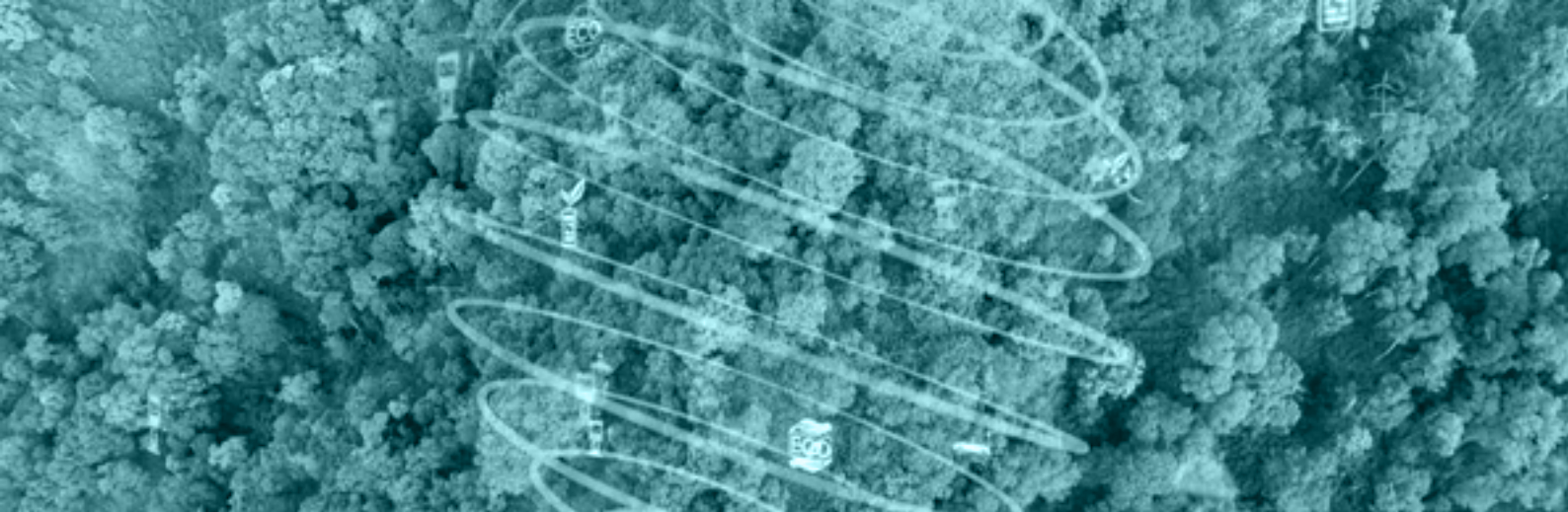
De media en el período, casi el 50% de la producción científica española en energías renovables se publica en colaboración con otros países. A continuación, se muestran los principales socios de España en la materia y el porcentaje de publicaciones que se encuentran entre el 10% de las más citadas al colaborar con cada uno de los países.

PRINCIPALES SOCIOS DE ESPAÑA EN PUBLICACIONES SOBRE EERR. 2017-2022

Ndoc y Excelencia 10%



Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

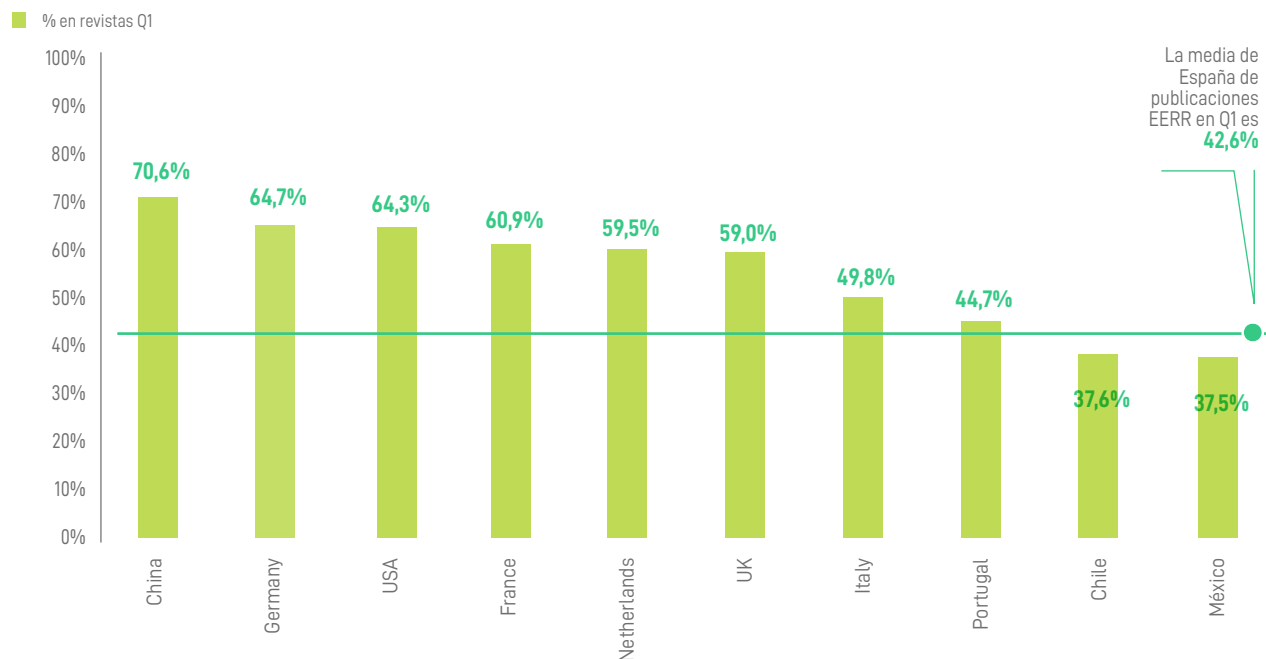


El principal país colaborador de España en publicaciones que tratan sobre energías renovables es Italia, seguido de Reino Unido y Alemania.

En cuanto a las publicaciones en colaboración con otros países que pertenecen al conjunto del **10% de las más citadas del mundo** en energías renovables en el período 2017-2022, sobresale la colaboración con China, seguida de Países Bajos. Si bien la colaboración con casi todos los países, excepto con México y Chile, superan en más de 10 puntos porcentuales la media de publicaciones de excelencia²⁹ de España en energías renovables en el período que es de 22,7%.

En el gráfico siguiente, se muestra que cuando España colabora con China, Alemania y Estados Unidos, el porcentaje de documentos científicos publicados en **revistas del primer cuartil** alcanza casi el 71% en el caso de la colaboración hispano-china y el 64% en las publicaciones en colaboración con Alemania y Estados Unidos. Exceptuando las publicaciones en colaboración con Chile y Ecuador, el resto supera la media de España en energías renovables que es del 42,6%.

% DE PUBLICACIONES EN REVISTAS Q1 EN LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE ESPAÑA CON SUS PRINCIPALES SOCIOS DE ESPAÑA EN EERR. 2017-2022



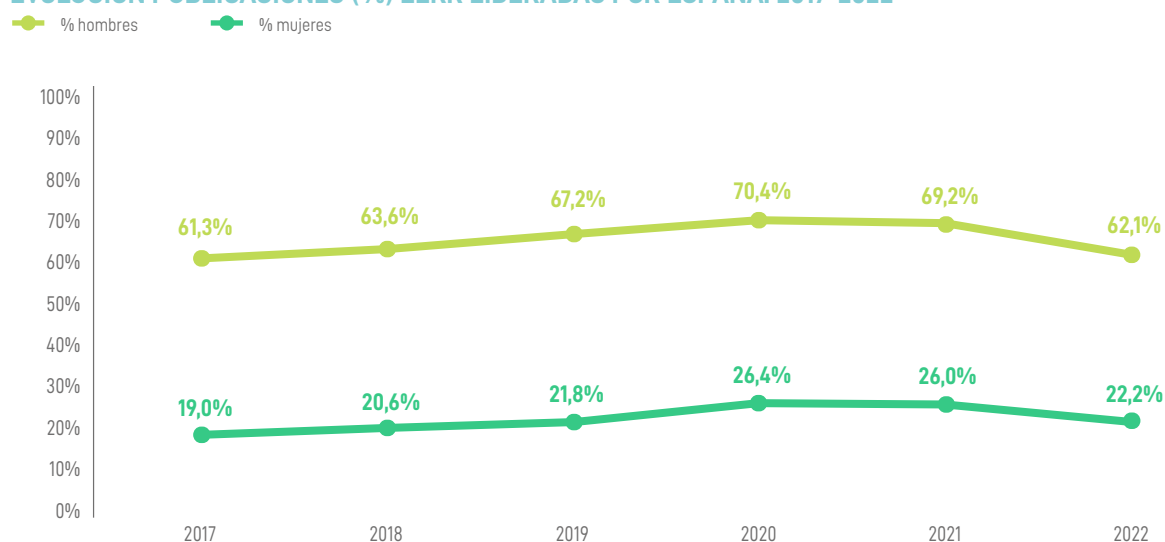
Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

²⁹ Las publicaciones de excelencia son aquellas que pertenecen al conjunto de las más citadas del mundo en EERR en 2017-2022.

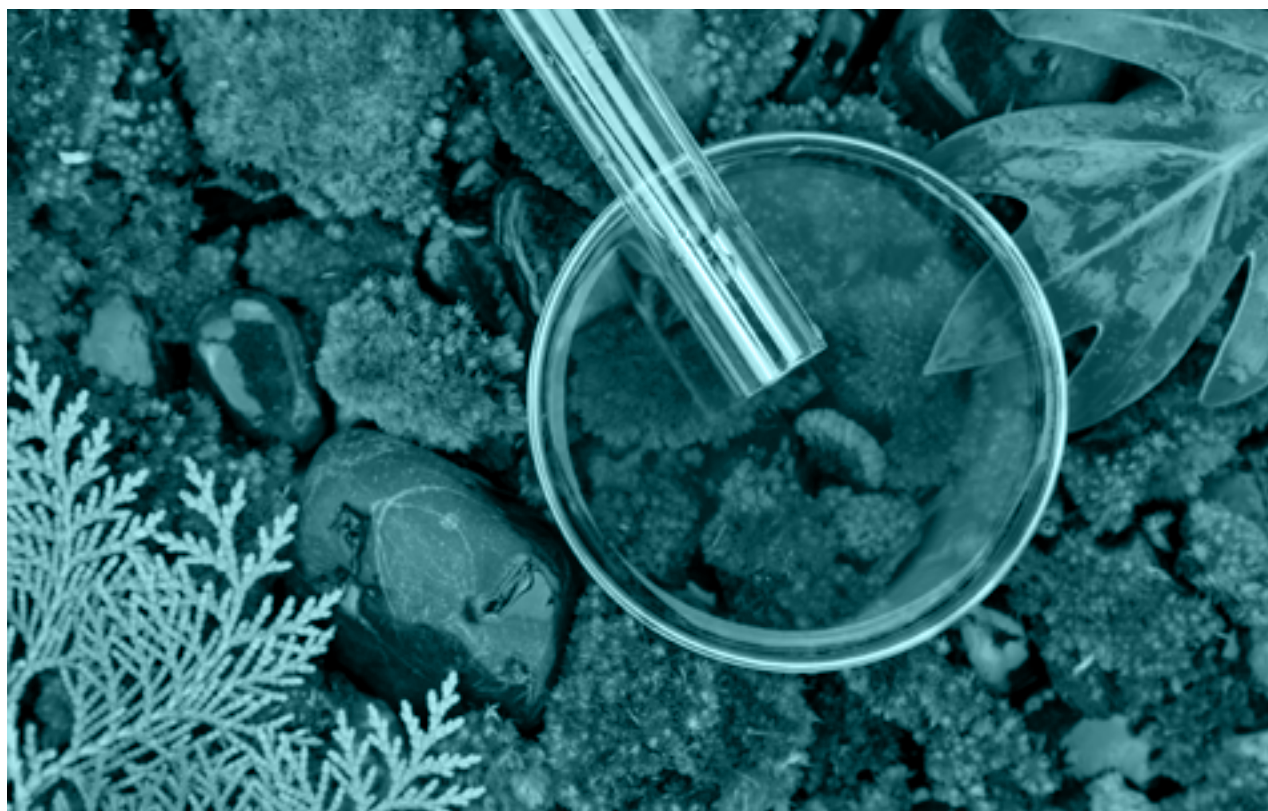
En cuanto al liderazgo de la producción científica española en energías renovables, de media en el período analizado, el 66,3% de la producción científica española está liderada por un autor/a que pertenece a una institución de investigación de España y el 23,3% de las publicaciones de España en energías renovables están lideradas por una mujer.

2020 ha sido el año que mayor porcentaje de publicaciones (70,4%) fueron liderados por un investigador/a de una institución española. El 26,4% de la producción científica española en energías renovables estuvo liderada por una mujer.

EVOLUCIÓN PUBLICACIONES (%) EERR LIDERADAS POR ESPAÑA. 2017-2022



Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023



Principales grupos temáticos asociados a la producción científica española en energías renovables, 2017-2022

Las publicaciones de España sobre energías renovables están clasificadas en los siguientes 23 grupos temáticos³⁰, que se forman teniendo en cuenta los vínculos de la citación entre las publicaciones.

	Grupos temáticos de la producción científica española en EERR	Nº publicaciones	IN
1	Redes de transporte de energía eléctrica; Energía eólica; Distribución de energía eléctrica	2.773	1,44
2	Electricidad; Energía; Economía	2.669	1,9
3	Baterías secundarias; Baterías eléctricas; Aleaciones de litio	2.532	1,7
4	Pilas de combustible microbianas; digestión anaerobia; biorreactores	2.151	1,15
5	Energía solar; células fotovoltaicas; radiación solar	1.825	1,06
6	Edificios; Aire acondicionado; Ventilación	1.801	1,12
7	Gasificación; Pirólisis; Carbón	1.447	1,31
8	Celulosa; Lignina; Celulasas	1.265	1,41
9	Exergía; Sistemas de bomba de calor; Ciclo Rankine	988	1,12
10	Algas; Microalgas; Biodiesel	888	1,63
11	Biodiesel; Motores diésel; Cilindros de motor	824	1,32
12	Turbinas eólicas; energía eólica; generadores asíncronos	761	1,29
13	Pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEMFC); Electrocatalizadores; Reducción electrolítica	655	1,25
14	Ciclo de vida; Desarrollo sostenible; Sostenibilidad	640	1,52
15	Residuos; Residuos sólidos; Residuos sólidos urbanos	533	1,28
16	Materiales de cambio de fase; Almacenamiento de calor; Energía térmica	526	1,35
17	Tejados; Isla de calor; Edificios	508	1,34
18	Pilas de combustible de óxido sólido (SOFC); Zirconio estabilizado con Itria; Perovskita	426	0,97
19	Biocombustibles; Biomasa; Bioenergía	389	1,33
20	Captura de carbono; esquisto bituminoso; almacenamiento (materiales)	209	1,05
21	Vehículos híbridos; ahorro de combustible; vehículos eléctricos	155	1,15
22	Almacenamiento de hidrógeno; hidruros; deshidrogenación	70	1,46
23	Termoacústica; Criogenia; Equipos criogénicos	16	0,47

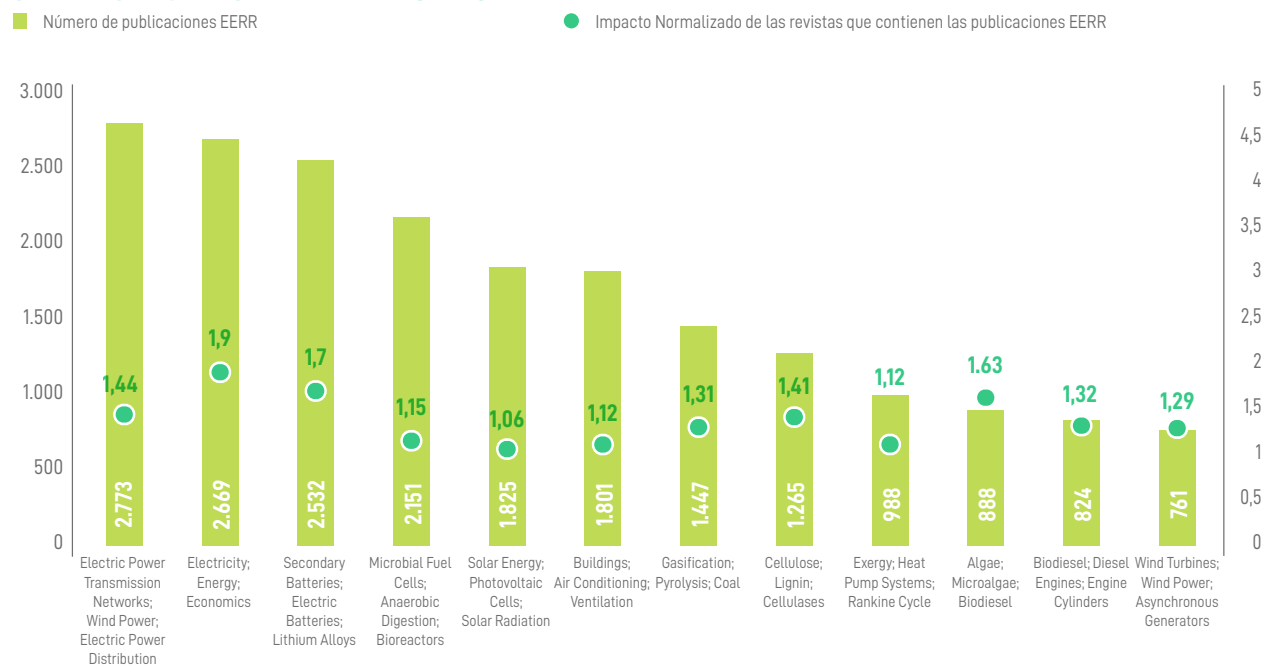
Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

³⁰ Los grupos temáticos se forman agregando temas con intereses de investigación similares para formar un área de investigación más amplia y de más alto nivel. Los grupos temáticos se forman utilizando el mismo algoritmo de citación directa que crea los temas. Cuando la fuerza de los vínculos de citación entre los temas alcanza un umbral, se forma un grupo de temas. Un investigador o institución puede contribuir a varios grupos temáticos, pero un tema sólo puede pertenecer a un grupo temático y una publicación sólo puede pertenecer a un tema (y, por tanto, a un grupo temático).



En el siguiente gráfico se muestran las agrupaciones temáticas que indexan más de 700 documentos de la producción científica española en el ámbito de las energías renovables en todo el período 2017-2022, así como el Impacto Normalizado alcanzado en cada una de ellas. Las agrupaciones con mayor número de documentos asociados (más de 2.000) son **"Redes de transporte de energía eléctrica; Energía eólica; Distribución de energía eléctrica"** (2.773 documentos), **"Electricidad; Energía; Economía"** (2.669 documentos) y **"Baterías secundarias; Baterías eléctricas; Aleaciones de litio"** (2.532 documentos) y **"Pilas de combustible microbianas; digestión anaerobia; biorreactores"** (2.151 documentos).

PRINCIPALES AGRUPACIONES TEMÁTICAS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA EN EERR. 2017-2022



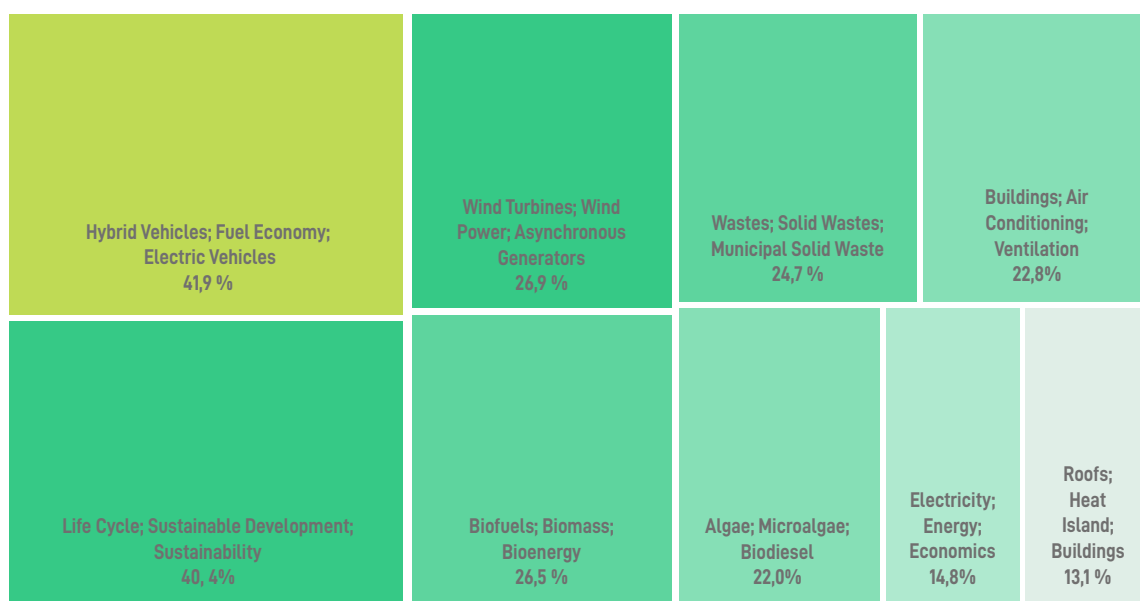
Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023



En cuanto al Impacto Normalizado en aquellos grupos temáticos con más de 2.000 documentos asociados, **"Electricidad; Energía; Economía"** y **"Baterías secundarias; Baterías eléctricas; Aleaciones de litio"** son las que mayor citación presentan con respecto a la media mundial (=1), un 90% y un 70% más, respectivamente.

A continuación, se muestran aquellos grupos temáticos que más han crecido en 2022 con respecto al quinquenio 2017-2021 en la producción científica española en el ámbito de las energías renovables. Las publicaciones asociadas a las agrupaciones "Vehículos híbridos; ahorro de combustible; vehículos eléctricos", "Ciclo de vida; Desarrollo sostenible; Sostenibilidad" son las que más han crecido en 2022, seguidas de las publicaciones en "Turbinas eólicas; energía eólica; generadores asíncronos" y "Biocombustibles; Biomasa; Bioenergía".

AGRUPACIONES TEMÁTICAS QUE TIENEN UN MAYOR CRECIMIENTO EN 2022 CON RESPECTO AL QUINQUENIO 2017-2021



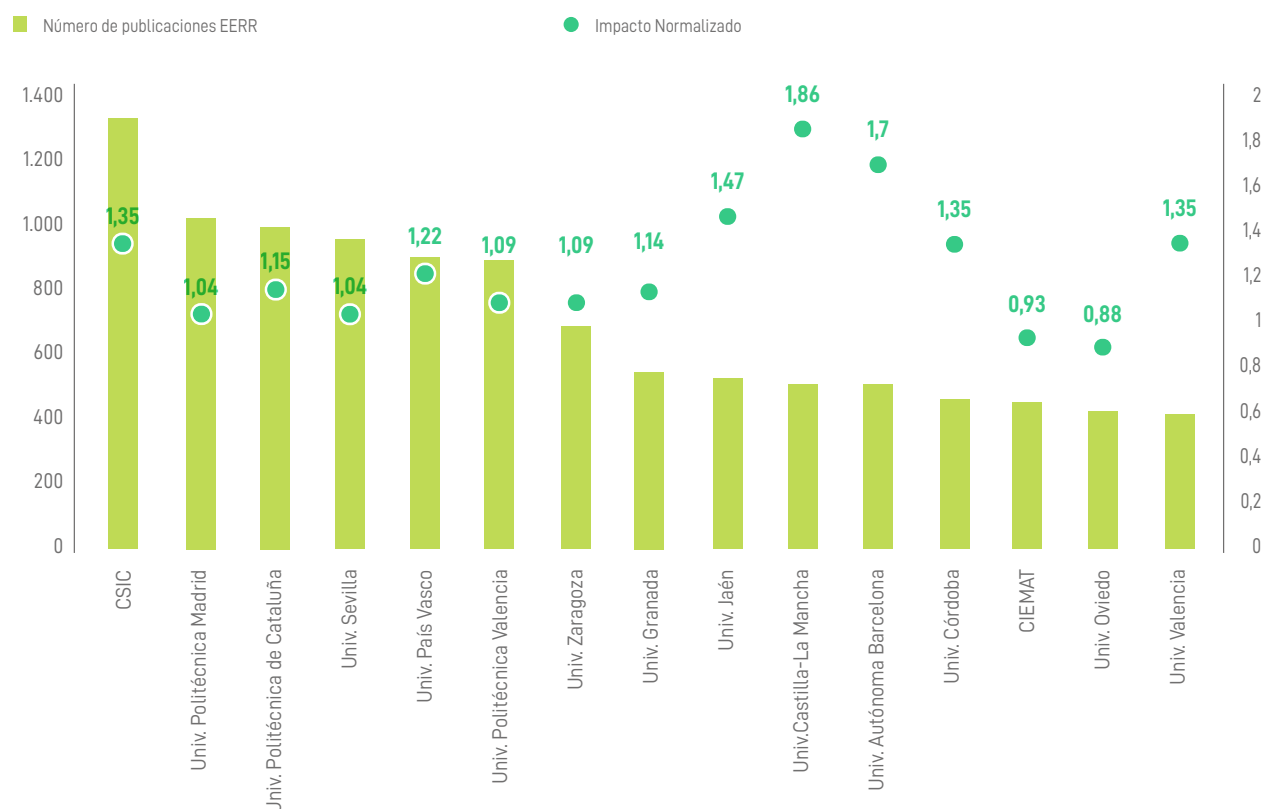
Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

Principales instituciones españolas con publicaciones en energías renovables

El siguiente gráfico muestra las principales instituciones españolas (con más de 400 documentos en el período 2017-2022) que publican en el ámbito de las energías renovables. El CSIC y la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Politécnica de Cataluña, la Universidad de Sevilla, la Universidad del País Vasco y la Universidad Politécnica de Valencia son las que mayor número de documentos han publicado en el período 2017-2022 sobre energías renovables.

Con relación a la citación que reciben las publicaciones con respecto a la media mundial (=1), son las universidades de Castilla-La Mancha y la Autónoma de Barcelona las que mayor Impacto Normalizado presentan, con un 86% y un 70% más de citación que la media mundial.

PRINCIPALES INSTITUCIONES ESPAÑOLAS CON PUBLICACIONES EN EERR. 2017-2022



Fuente: FECYT a partir de Scival con datos Scopus. Consultado el 14 de marzo de 2023

Análisis de patentes en energías renovables (PATSTAT)

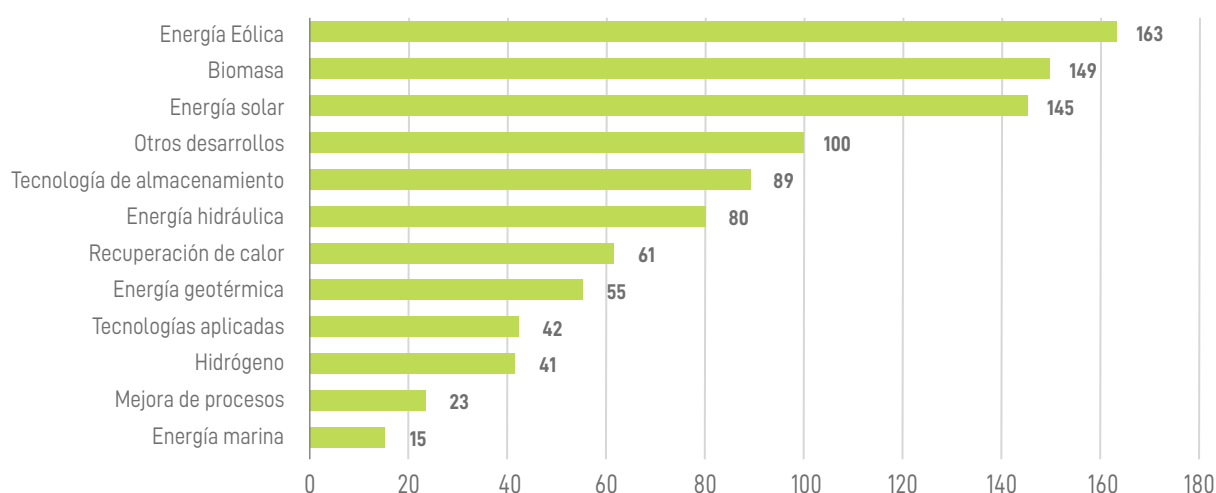
A partir de la tabla de palabras clave³¹ clasificadas por fuentes de energía renovables y tecnologías asociadas utilizada para el análisis de los proyectos de I+D+I, se ha realizado un proceso similar con el listado de patentes proporcionada por el Sistema de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (SICTI). Se han buscado en los resúmenes con las palabras clave provenientes de los grupos de temas de la producción científica recopiladas anteriormente.

- ▶ Se han buscado en los resúmenes con las palabras clave provenientes de los grupos de temas de la producción científica recopiladas anteriormente.
- ▶ Se han seleccionado las patentes registradas en PATSTAT (versión otoño 2021) que contengan como mínimo una de las palabras de las anteriores.
- ▶ Se trabaja con tres campos: el listado de palabras clave que se han encontrado en el resumen, el número de veces que aparecen las palabras clave en total y el número de palabras distintas.

Una vez realizada la depuración y el filtrado se han seleccionado **963 patentes** relacionadas con energías renovables, que se distribuyen temáticamente de la siguiente manera:

En el siguiente gráfico se representan los registros de patentes obtenidos en el estudio.

PATENTES RELACIONADAS CON LAS EERR



Fuente: SICTI a través de PASTAT, versión de otoño 2021

³¹ Véase Anexo: Tabla de palabras clave relacionadas con las energías renovables

Destacan tres áreas principalmente:

El área de "**energía eólica**" contiene 163 patentes registradas. La energía eólica es una fuente de energía renovable que se está utilizando cada vez más para generar electricidad en todo el mundo y, con este número de patentes, se demuestra el creciente interés en la generación de energía a partir del viento, tanto a nivel comercial como en proyectos de investigación. Las principales patentes se centran en tecnologías *offshore* (en la costa y en el mar) y el desarrollo de turbinas o aerogeneradores.

El área de "**Biomasa**" cuenta con 149 registros de patentes. La biomasa es una fuente de energía renovable que proviene de materia orgánica, como plantas, residuos agrícolas y forestales, entre otros. Su desarrollo y aplicación está en constante crecimiento a nivel mundial, y algunas de las patentes más recientes están relacionadas con nuevos métodos de producción y uso de la biomasa, así como con el diseño y mejora de tecnologías de conversión de biomasa en energía útil, como biocombustibles y biogás.

El área de "**energía solar**" cuenta con 145 patentes registradas. La energía solar es una de las formas más populares de energía renovable y su desarrollo y aplicación está creciendo a un ritmo acelerado a nivel mundial. Algunas nuevas patentes están relacionadas con nuevos diseños y materiales de construcción de paneles solares.

Por otro lado, las áreas en las que se detecta un menor número de patentes son la "mejora de procesos", "energía marina" e "hidrógeno", este último por tener un periodo de vida de estudio más reducido, al ser relativamente nuevo.



Conclusiones del Think Tank sobre la investigación e innovación en el ámbito de las energías renovables en España



En julio de 2022 la FECYT creó un grupo de trabajo de expertas y expertos en el ámbito de las energías renovables con el objetivo de debatir sobre la contribución de la investigación y la innovación que se realiza en España en energías renovables como vehículo hacia la sostenibilidad y preservación del medio ambiente.

El 24 de noviembre de 2022 tuvo lugar en la sede de Alcobendas de la FECYT un debate cuya finalidad era conocer aquellas cuestiones críticas o de mayor interés en las investigaciones sobre energías renovables que están llevando a cabo cada uno de los integrantes del grupo de trabajo, tanto en las instituciones científicas como en las unidades de investigación de las empresas del sector presentes en dicho debate.



A modo de introducción, los investigadores y expertos señalan que en el sector energético, la inversión en I+D resulta totalmente necesaria para avanzar en el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan mejorar la vida de los ciudadanos, dotándoles de las herramientas necesarias para hacer frente a amenazas tan importantes como la escasez de recursos, puesta de manifiesto tras la invasión de Ucrania por Rusia, y el cambio climático y sus consecuencias más inmediatas. Por lo tanto, consideran necesario promover esta inversión con el fin de favorecer y acelerar el tránsito hacia un nuevo sistema energético en el que las energías renovables adquieran mayor protagonismo, con el fin de **alcanzar la descarbonización total del sistema energético y lograr la neutralidad en carbono para el 2050**.

Existe un acuerdo general sobre la obligación de impulsar las energías renovables para la **descarbonización de la economía** (eólica y solar fotovoltaica, fundamentalmente) y que el cambio de modelo energético actual basado en combustibles fósiles a uno basado en energías renovables induce a pasar de una dependencia de los fósiles a otra de materias primas y/o componentes (silicio, litio, tierras raras, chips, etc.). Pero subrayan que esta presunta dependencia no es tal, que no es lo mismo depender de la necesidad de un suministro constante e ininterrumpible de gas o de petróleo que depender de la compra de determinados materiales o componente para fabricar turbinas eólicas o paneles solares fotovoltaicos o baterías.

Afirman que esta descarbonización no se puede llevar a cabo sin las **tecnologías del hidrógeno**, porque no se puede almacenar eternamente el CO₂, hay que convertirlo. Sin energía renovable no hay descarbonización y el problema actual de las industrias renovables es que son intermitentes. Las placas solares dan pocas horas solares al año, y la eólica también. Cada región de España tendrá que buscar sus renovables para cuando no haya sol o no sople el viento. Y si bien, la biomasa puede ser una alternativa para algunas regiones, tampoco vale para todas.

Concluyen diciendo que la cuestión crítica actual en materia de energías renovables se centra en la definición de una **estrategia sostenible a largo plazo, pero ejecutable en el corto plazo**, dada la imperiosa necesidad de acelerar la transición energética por motivos climáticos, de soberanía energética y de reducción de precios. Esta estrategia deberá ser flexible y versátil y estar al margen de intereses políticos. Para poder plantear una estrategia exitosa, España debe abandonar la ideologización de las energías y determinar las tecnologías idóneas a desarrollar para lograr los objetivos fijados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) de España.

Existen tres **objetivos fundamentales** que afectarían a la estrategia: la **sostenibilidad, los costes (precios)** y la **seguridad de abastecimiento** energético. La sostenibilidad tiene asociado el reto del cambio climático; el más importante, basado en medidas para la descarbonización y la electrificación de la sociedad (es decir, en la descarbonización de las economías europeas).

La seguridad de abastecimiento energético y la reducción de los precios de la energía se han posicionado como objetivos urgentes tras la guerra en Ucrania iniciada por Rusia en 2022. El reto es alcanzar un abastecimiento energético propio, soberano, para **abandonar la dependencia de combustibles fósiles extranjeros contaminantes y caros**, que puede llegar a tener efectos muy perjudiciales para la competitividad de las empresas, para la economía (inflación) y para la sociedad en general.

A partir de los objetivos y retos que se establecieran en la estrategia de país, se concretaría el modelo energético a seguir y las tecnologías más adecuadas a potenciar. Con relación al modelo energético de electrificación completo surgen inconvenientes, tales como la generación de procesos industriales ineficientes. Si bien esta cuestión dependerá del diseño final del **mix energético** del que se dote España, incorporando almacenamiento con baterías, el despliegue masivo de electrolineras por la geografía española y la hibridación de las energías solar y eólica.

En opinión de los expertos, España tendrá que tomar la decisión de si seguirá siendo un país productor de energía generada a partir de combustibles que pertenecen a empresas extranjeras, con sus centros de investigación en otros países, o ser un país innovador apostando por grandes inversiones en investigación en energías renovables, superando el 2% del PIB. Esta vocación investigadora e innovadora en desarrollar tecnologías que permiten generar electricidad de forma autónoma y autóctona sólo podrá conseguirse destinando amplios recursos económicos y financieros (tanto públicos como privados) a la investigación en energías renovables.

A partir de las decisiones tomadas en la estrategia, según los objetivos y visión de futuro para España, se establecerán las tecnologías más interesantes y los caminos para llegar. Se han recogido algunas propuestas entre las que se destacan las siguientes:

- ▶ Potenciar la **energía eólica y solar**, tecnologías maduras y con una posición excepcional de España reconocida por la Unión Europea (gracias a la sobresaliente radiación solar de la Península Ibérica y a sus numerosas zonas de viento).
- ▶ Desarrollar un **catálogo diversificado de energías renovables** sin limitación, para utilizar la más conveniente según la región.
- ▶ Intensificar la investigación relacionada con el **hidrógeno renovable** para solucionar el problema de generación intermitente de energía a través del almacenamiento.
- ▶ Desarrollar **soluciones híbridas** adaptadas al entorno (ciudades, industrias, etc.) a partir de distintos tipos de energías renovables combinadas, generación de energía con almacenamiento intermitente y calor con electricidad.
- ▶ Promover el estudio sobre **la regulación y mecanismos de mercado** que garanticen la transición eficiente del modelo actual a un escenario descarbonizado.
- ▶ Investigar sobre el potencial de **flexibilidad de la demanda y la oferta** de energía, así como de mecanismos para aumentarlo, de modo que se pueda integrar la mayor cantidad de producción renovable.
- ▶ Impulsar una **red donde se comparta conocimiento** entre investigadores a nivel estatal, industria y Administraciones Públicas.

Además, señalan que es importante tener en cuenta que las investigaciones realizadas en materia de energías renovables han generado muchas tecnologías interesantes que pueden medirse por un nivel de madurez tecnológica o TRL (*Technology Readiness Level*) bajo, alrededor del 4-5, que no han seguido desarrollándose principalmente por falta de financiación y plazos de tiempo escasos. En el caso de los generadores de conocimiento el motivo del estancamiento ha sido la falta de interés por parte de las empresas. Por su parte, las empresas se encuentran con el obstáculo de que la propiedad intelectual ya pertenece a las universidades o centros de investigación cuando se quieren adquirir. Y que, por tanto, para que las investigaciones puedan llegar a transferirse al tejido productivo y tener un impacto económico y social recomiendan facilitar rutas para el desarrollo de niveles de madurez tecnológica (TRLs) altos que permitan la introducción al mercado. Indican que si bien ya existen algunos mecanismos en la Administración Pública para el desarrollo de tecnologías propias en España como son la Compra Pública de Innovación (CPI) y las ayudas destinadas a la creación de empresas o la dinamización de los actores del SECTI, recomiendan modificar normativas de ámbito nacional y europeo para facilitar la llegada de créditos blandos y de financiación bancaria privada (incentivada) a los proyectos de investigación de energías renovables.

La opinión de la comunidad investigadora experta en energías renovables



Sostenibilidad y seguridad de la energía

Ángel Arcos.

Universidad de Sevilla



“La transición energética que tenemos en marcha, además de los efectos medioambientales antes mencionados, nos puede permitir alcanzar ciertos niveles de independencia energética”

La energía es un factor clave para el desarrollo y bienestar de la sociedad, y su consumo ha acompañado desde hace siglos a su progreso. En la actualidad, además de la preocupación clásica por disponer de los recursos necesarios para conseguirla, se unen los conceptos de sostenibilidad y seguridad; la primera para asegurar que su uso no va a afectar al medioambiente, mientras que la segunda, quizás más recientemente, de que las inestabilidades logísticas, sociales o políticas, no afecten a su disponibilidad y continuidad.

Parece que existe un consenso social en el importante papel que juegan las energías renovables en dar respuesta a estas necesidades, tanto desde el punto de vista de la investigación internacional, como de la española.

No sabría decir cuál de las dos preocupaciones puede resultar más relevante. Por una parte, una visión de largo plazo nos haría poner el foco en la sostenibilidad del sistema energético; es decir, como se puede evolucionar de un sistema basado en combustibles fósiles a uno renovable. En este sentido, los avances en las investigaciones relacionadas con la electrificación de la economía, el desarrollo de nuevas tecnologías de generación libres de emisiones, las ganancias de eficiencia o la captura del CO₂, presenta un estado de desarrollo, tanto en España como en el resto del mundo, que permitiría su aplicación comercial, al menos para cubrir una fracción suficiente. En este punto, el problema no está tanto asociado a la producción, costes y eficiencia, como a la disponibilidad de esa energía en el momento y el lugar necesario, así como el desarrollo de mecanismos de mercado que posibilite su funcionamiento de una forma autónoma y eficiente. De esta manera, en mi opinión, las prioridades de investigación deberían ser:

1. Digitalización de la red de transporte y distribución orientada a la integración de generación renovable.
2. Flexibilidad del sistema, tanto del lado de la producción (almacenamiento) como de la demanda.
3. Diseño de modelos de mercados y desarrollos regulativos que permitan la supervivencia a largo plazo de tecnologías de bajos costes marginales.

Por otra parte, la situación geoestratégica nos impulsa a preocuparnos por la seguridad del sistema. Hasta ahora, la estructura energética de los países occidentales se ha basado en el uso de combustibles fósiles que procedían principalmente de otros países menos desarrollados. En el caso de España, el consumo de energía primaria triplica al de su producción, lo que provoca unas importaciones de 46,000 M€ (2021) que afecta al PIB y a la Balanza de Pagos. Los principales combustibles importados son el petróleo, el gas natural y el carbón, que proceden de países de elevada inestabilidad política, social y económica. En el pasado, esta inestabilidad era controlada por las potencias coloniales que se encargaban de asegurar el flujo continuo y constante de estas mercancías.

La transición energética que tenemos en marcha, además de los efectos medioambientales antes mencionados, nos puede permitir alcanzar ciertos niveles de independencia energética. Si bien los recursos primarios, afortunadamente, se encuentran en nuestro país (sol, agua y viento) la tecnología y las materias primas se siguen encontrando en el exterior y, nuevamente, en países de alta inestabilidad, por lo que se está pasando de una dependencia de combustibles a una de materias primas. De esta manera, en esta línea, opino que las prioridades de investigación deberían ser:

1. Desarrollo de tecnologías nacionales (o al menos europeas) de generación renovable, principalmente eólica y fotovoltaica, al ser las de más fácil implantación en España.
2. Desarrollo de tecnologías nacionales de almacenamiento de energía, tanto con procedimientos químicos (litio, sales fundidas, redox, ...) como físicos (bombeos, aire comprimido, ...).
3. Inventario de materias primas necesarias, así como posible ubicación de estas, incluyendo planes de explotación y extracción nacionales.
4. Desarrollo de modelo de negocio para la producción nacional (o al menos europeas) de componentes de generación renovable, de forma que se asegure su abastecimiento

El desarrollo de estas propuestas nos llevaría a la creación de un sistema energético sostenible y seguro, en el que además quedaría asegurada su viabilidad a largo plazo, teniendo una aportación significativa al PIB español.



Las Tecnologías del Hidrógeno

Antonio Chica.

Instituto de Tecnología
Química (ITQ-UPV-CSIC)



"El hidrógeno no se puede erigir como la única solución para lograr la transición energética, sino más bien un elemento clave de la cartera de tecnologías con bajas emisiones que podría contribuir a descarbonizar el sistema energético actual y, al mismo tiempo, mejorar las perspectivas de crecimiento de nuestra economía"

El agotamiento de los combustibles fósiles, el deterioro medioambiental y la centralización del modelo energético, entre otros, son factores de suficiente peso que justifican la transformación, sin demora, de nuestro sistema energético.

Particularmente, la reducción drástica en las emisiones de CO₂ necesita el impulso y desarrollo de tecnologías limpias, sostenibles y eficientes capaces de descarbonizar sectores económicos intensivos en emisiones como el transporte, la industria o el sector residencial, responsables de más del 70% de las emisiones globales. En este sentido, las energías renovables y otros combustibles neutros o bajos en carbono, suponen una excelente alternativa, ya que su uso reduce las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes gaseosos, contribuye al desarrollo sostenible y mejora la salud de las personas. Como consecuencia, se prevé un aumento en la producción de electricidad renovable en la Unión Europea (UE), estimándose que los niveles actuales de producción del 32% pasen al 65% en el 2030, y alrededor del 80-85% en el 2050.

Este incremento en la producción de electricidad renovable requerirá simultáneamente el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía y redes inteligentes capaces de solucionar el carácter intermitente propio de este tipo de generación eléctrica. En este sentido, el hidrógeno, como vector energético, supone una solución limpia y almacenable capaz de dar respuesta a estas necesidades de electrificación. El uso de hidrógeno como combustible no genera CO₂, ni otro tipo de contaminantes ambientales, sólo produce agua. Además, el hidrógeno bajo en emisiones se puede utilizar para reemplazar los combustibles fósiles en los sectores más difíciles de descarbonizar. Por lo tanto, resulta muy interesante como solución general para cumplir el objetivo de neutralidad climática para 2050.

Aprovechando este potencial del hidrógeno, en 2020, la Estrategia Europea del Hidrógeno estableció como objetivo producir hasta 10 millones de toneladas al año para 2030, objetivo que se ha incrementado hasta los 20 millones de toneladas al año tras la invasión de Ucrania por Rusia. Esta Estrategia, además, incluye otros objetivos como la identificación de las diferentes vías que permitan desarrollar todo el potencial que presenta el hidrógeno bajo en emisiones, incluyendo la descarbonización de su producción. En particular, establece el ambicioso objetivo para 2024 de instalar al menos 6 GW de electrolizadores de hidrógeno renovable en la UE y 40 GW para 2030. Las energías solar y eólica se identifican como las principales fuentes renovable para la producción de este tipo de hidrógeno, especialmente si se considera el largo plazo.

Por su parte, España, en su Hoja de Ruta del Hidrógeno, prevé asumir un 10 % del objetivo europeo. Otras prioridades de la Hoja de ruta española son identificar retos, prioridades, oportunidades y recursos que permitan el pleno despliegue de este sector energético en nuestro territorio y posicionar a nuestro país como un referente tecnológico a futuro, señalándolo como una de las principales potencias europeas en producción y exportación de hidrógeno renovable, debido a su capacidad de generación de electricidad renovable a bajo coste, a la disponibilidad de superficie para la instalación de plantas solares y eólicas, a la existencia de una infraestructura desarrollada de almacenamiento y transporte de gas, y a su posicionamiento geoestratégico.

En general, la Hoja de ruta española prevé para el 2030 un desarrollo importante en la producción y uso del hidrógeno bajo en emisiones en España. Dicho desarrollo impulsará la constitución de una sociedad descarbonizada para 2050, donde las energías renovables dominarán el mix energético, mejorando considerablemente la gestión energética y asegurando un abastecimiento energético de calidad, sostenible y a precios competitivos.

El cambio a hacia este nuevo modelo energético, basado en renovables e hidrógeno como vector energético, ya ha comenzado, sin embargo, su completa instauración está tomando más tiempo del deseado. Entre otros, el bajo desarrollo tecnológico, la falta de inversión privada y la ausencia de regulaciones en algunas de las alternativas energéticas con gran potencial, como por ejemplo el hidrógeno, están complicando el camino hacia un sistema energético que permitiría disminuir nuestra dependencia energética del exterior.

A pesar del futuro prometedor que las tecnologías de hidrógeno presentan para la descarbonización del sistema energético y la estabilización de las energías renovables, es necesario superar importantes obstáculos antes de lograr su amplio despliegue. Entre estos obstáculos se encuentran los relacionados con los costes actuales de las pilas de combustible, la baja eficiencia y alto coste de los procesos de producción de hidrógeno bajo en emisiones y el desarrollo de redes de transporte y distribución amplias y seguras.

Gran parte de las tecnologías del hidrógeno aún no están disponibles en el mercado o se encuentra en las primeras fases de comercialización. Además, tienen que competir con otras tecnologías de menor coste, que también presentan una baja huella de carbono. Por lo tanto, será necesario prestarle una mayor atención antes de que se pueda aprovechar totalmente su enorme potencial. Los gobiernos pueden contribuir a acelerar el desarrollo y la implantación de estas tecnologías garantizando la financiación de la investigación básica y aplicada, y de los proyectos de demostración para la generación, el almacenamiento, la distribución y los usos del hidrógeno, así como promoviendo nuevas políticas para diseñar, crear y facilitar su mercado, planificando y desarrollando la infraestructura y normativa necesaria y, en definitiva, creando una economía del hidrógeno. La estrecha colaboración entre las diferentes partes interesadas como la industria petrolera y gasista, las grandes eléctricas, los fabricantes de automóviles, los centros tecnológicos, las universidades y las autoridades locales, regionales y nacionales, también será decisiva para superar con éxito los obstáculos mencionados.

La situación pasada de pandemia, del mismo modo, ha puesto de manifiesto la importancia de disponer de un sistema robusto de I+D que permita hacer frente a las situaciones de emergencia que puedan surgir en un futuro. En el caso concreto del sector energético, la inversión en I+D resulta totalmente necesaria para avanzar en el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan mejorar la vida de los ciudadanos, dotándoles de las herramientas necesarias para hacer frente a amenazas tan importantes como la escasez de recursos, puesta de manifiesto tras la invasión de Ucrania por Rusia, y el cambio climático y sus consecuencias más inmediatas. Por lo tanto, será necesario promover esta inversión con el fin de favorecer y acelerar el tránsito hacia un nuevo sistema energético en el que las energías renovables, en general, y el hidrógeno, en particular, adquieran mayor protagonismo, con el fin de alcanzar la descarbonización total del sistema energético y lograr la neutralidad en carbono para el 2050.

Finalmente, cabe mencionar que el hidrógeno no se puede erigir como la única solución para lograr la transición energética, sino más bien un elemento clave de la cartera de tecnologías con bajas emisiones que podría contribuir a descarbonizar el sistema energético actual y, al mismo tiempo, mejorar las perspectivas de crecimiento de nuestra economía.



Biocarburantes

Raquel Iglesias.

CIEMAT. Unidad de Biocarburantes
Avanzados y Bioproductos



"El concepto de biorrefinería es fundamental para el desarrollo de la economía circular, en este marco se prioriza el uso de la biomasa para obtener bioproductos de alto valor añadido antes del uso energético"

Los biocarburantes han sido parte fundamental de la bioenergía durante muchos años, siendo la bioenergía dentro de las energías renovables, la energía que más porcentaje ocupa en el mix energético europeo. El fomento del uso de la biomasa como energía renovable en la UE en el sector de la electricidad y para los biocarburantes se está viendo acotada a unos porcentajes máximos, en biocarburantes al 7% cuando no son obtenidos desde residuos.

El mayor interés de la unidad en este nuevo marco de la bioenergía donde los biocarburantes provenientes de cultivos quedan restringidos, se ha apostado por la electrificación de los vehículos, y no hay suficiente biomasa residual para los biocarburantes previstos para aviones y barcos (sector que queda sin electrificar por el momento), es el del aprovechamiento de biomasa lignocelulósica residual en el contexto de las biorrefinerías, es decir, producir biocarburantes y bioproductos desde biomasa residual como la fracción orgánica de las basuras municipales, restos agrícolas, podas, corrientes residuales de la agroindustria, etc.

El concepto de biorrefinería es fundamental para el desarrollo de la economía circular, en este marco se prioriza el uso de la biomasa para obtener bioproductos de alto valor añadido antes del uso energético, por lo que la Unidad está trabajando en pretratamientos de la biomasa para conseguir mejores rendimientos en la obtención de bioproductos mediante procesos bioquímicos como la hidrólisis enzimática, la fermentación o la digestión anaerobia.



En los tres últimos años se ha producido un punto de inflexión respecto a la producción de hidrógeno y biometano, más desde que comenzó la Guerra de Ucrania y se publicó el RepowerEU plan. Se está apoyando su producción desde las administraciones nacionales y europeas y se está financiando de forma masiva. En el caso del biometano producido desde digestión anaerobia en Europa, el objetivo obligatorio a 2030 es de 35 bcm, los Estados Miembros tienen que establecer estrategias nacionales, garantizar la cartografía regional de las zonas con mayor potencial de producción y facilitar normativamente la integración del biometano en la red de gas después de 2025, entre otros.

La financiación en el contexto actual de la investigación e innovación de las energías renovables se ha derivado en un alto porcentaje a la producción y optimización de procesos para la obtención de hidrógeno y biometano, por lo que la Unidad de Biocarburantes Avanzados y Bioproductos está desarrollando proyectos de power to gas, donde los sobrantes de energías renovables se emplean para producir hidrógeno mediante un electrolizador, y este hidrógeno emplearlo en procesos de digestión anaerobia para la producción de biometano.



Descarbonización Industrial

Emilio Palomares.

Instituto Catalán de
Investigación Química (ICIQ)



"España debería invertir en el desarrollo de la tecnología CCS, con el objetivo de reducir las emisiones del sector industrial y promover el uso de energías limpias"

La descarbonización industrial se refiere a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector industrial. En España, este sector representa aproximadamente el 25% de las emisiones totales del país, lo que lo convierte en un área crucial para los esfuerzos de descarbonización. Principio del formulario Final del formulario

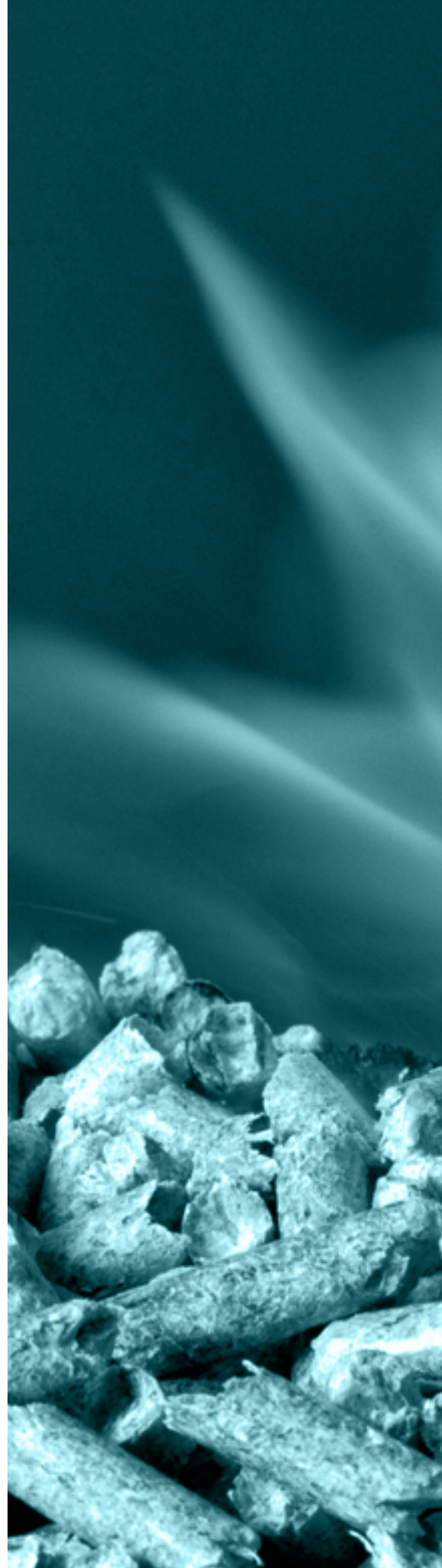
El gobierno español ha tomado varias medidas para promover la descarbonización industrial, incluida la introducción de fuentes de energía renovable en la matriz energética del país, medidas de eficiencia energética. Además, España se ha fijado el objetivo de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% para 2030, como parte de su compromiso con el Marco de Clima y Energía 2030 de la Unión Europea.

España tiene un sector de energía renovable bien desarrollado, con un fuerte enfoque en la energía solar y eólica. El país tiene como objetivo aumentar la participación de las energías renovables en su combinación energética al 42% para 2030, lo que ayudará a reducir las emisiones del sector industrial. El gobierno ha implementado una serie de medidas para apoyar el desarrollo de la energía renovable, incluidos incentivos financieros y la creación de un marco regulatorio de apoyo.

La mejora de la eficiencia energética es otro aspecto clave de la descarbonización industrial en España. El gobierno ha introducido varias medidas de eficiencia energética, incluida la promoción de tecnologías de eficiencia energética, la implementación de auditorías energéticas y el desarrollo de sistemas de gestión de energía. Estas medidas tienen como objetivo reducir el consumo de energía y las emisiones del sector industrial. Sin embargo, se requieren acciones directas en la captura y almacenamiento de carbono (CCS).

La captura y almacenamiento de carbono es una tecnología que captura las emisiones de dióxido de carbono de los procesos industriales y las almacena bajo tierra, evitando que ingresen a la atmósfera. España debería invertir en el desarrollo de la tecnología CCS, con el objetivo de reducir las emisiones del sector industrial y promover el uso de energías limpias. El gobierno debería estar trabajando con consorcios público-privados para desarrollar e implementar proyectos CCS, con el objetivo de hacer de España un líder en este campo.

A modo de conclusión, la descarbonización industrial es un área crucial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en España. El gobierno debería adoptar un enfoque de hélice cuádruple para reducir las emisiones del sector industrial, incluida la promoción de la energía renovable, la implementación de medidas de eficiencia energética y el desarrollo de tecnología de captura, almacenamiento y uso del dióxido de carbono. Con estos esfuerzos, España estaría en el camino de lograr su objetivo de reducir las emisiones en un 20% para 2030.





Bioenergía y Biomasa

Covadonga Pévida.

Instituto de Ciencia y Tecnología
del Carbono (INCAR-CSIC)



"Aunque varias tecnologías bioenergéticas se acercan a la madurez, es necesario un mayor desarrollo tecnológico para que las tecnologías prometedoras alcancen la producción comercial y sean competitivas en términos de costes"

La bioenergía es actualmente la principal Fuente de Energía Renovable en la Unión Europea (UE), representando el 65% del consumo de energía renovable. Se considera un pilar clave para el logro de los objetivos energéticos y climáticos, tanto a nivel de la UE como a nivel mundial. Como se reconoce en la Comunicación "Un planeta limpio para todos" (COM(2018) 773 final), se espera que la bioenergía sostenible facilite una economía con cero emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI), con estimaciones de su uso que apuntan a un aumento de alrededor del 80% para 2050 en comparación con los niveles actuales, hasta 10,5 EJ (250 Mtep)³².

La biomasa ocupa un papel destacado como energía renovable y dado que también puede contribuir a la seguridad del suministro energético, se ha convertido en un elemento importante en política energética, medioambiental y agrícola. Desde el punto de vista medioambiental contribuye a la reducción de emisiones de CO₂, por la sustitución del uso de combustibles fósiles y por la valorización de determinados residuos biomásicos generadores de emisiones difusas (p.ej., emisiones de metano de residuos ganaderos), aprovechando así las biomásas autóctonas y contribuyendo a convertir residuos en recursos. Además, suponen un impacto positivo en la gestión de los ecosistemas, reduciendo, por ejemplo, los incendios forestales mediante una gestión sostenible de los montes. Por tanto, la biomasa garantiza un modelo socioeconómico de desarrollo sostenible y contribuye activamente a mitigar el cambio climático.

³² *Advances and challenges in bioenergy and biofuels*. Piotr Szymański, Nicolae Scarlat, Laura Lonza, Directorate C – Energy, Transport and Climate, DG Joint Research Centre, European Commission Spring 2019

La bioenergía está destinada a desempeñar un papel importante en la descarbonización de sectores en los que otras opciones no están disponibles o son muy limitadas, como el transporte de mercancías por carretera, la aviación y el transporte marítimo. Además de contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), la bioenergía aporta beneficios sociales, medioambientales y económicos adicionales a la agricultura, la silvicultura y otros sectores industriales que impulsan el desarrollo rural, en el contexto del desarrollo sostenible.

Puestas sobre la mesa todas las bondades de la biomasa es necesario puntualizar, sin embargo, que las tecnologías de utilización de biomasa están poco explotadas todavía. La bioenergía puede ser competitiva en algunos casos, especialmente cuando se dispone de materias primas baratas o incluso de coste negativo, como desechos y residuos. Aunque varias tecnologías bioenergéticas se acercan a la madurez, es necesario un mayor desarrollo tecnológico para que las tecnologías prometedoras alcancen la producción comercial y sean competitivas en términos de costes. Se hace necesario reducir la distancia entre la investigación y la innovación y la aplicación industrial de tecnologías innovadoras.

Los principales objetivos de investigación y desarrollo de la bioenergía y los biocombustibles deberán dirigirse a: (1) desarrollar las mejores soluciones científicas, de ingeniería y tecnológicas para convertir biomasa lignocelulósica y residuos sólidos urbanos, junto con residuos agrícolas y forestales en energía limpia; (2) minimizar el consumo de agua y los impactos perjudiciales de la producción de energía sobre el medio ambiente (contaminación atmosférica y calentamiento global); y (3) abordar los problemas de disponibilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Aunque son legítimas las preocupaciones sobre los aspectos de sostenibilidad y las emisiones de carbono relacionadas con la expansión de la bioenergía a gran escala, la mayoría de los estudios demuestran que se pueden conseguir emisiones de GEI sustancialmente más bajas, en comparación con la energía fósil, si se evitan los impactos inducidos sobre el uso de la tierra, si la biomasa se produce con un bajo aporte de energía (fósil) (o derivada de flujos de residuos y desechos) y si se procesa con una alta eficiencia de conversión utilizando energía de proceso renovable.

El potencial de biomasa disponible en España a partir de residuos forestales y agrícolas es del orden de 12 Mtep, sin contar el potencial de cultivos energéticos³³ a los que habría que sumar aproximadamente 1 Mtep adicional proveniente de biorresiduos, y un potencial importante adicional correspondiente a los purines y otros tipos de biomasa residual.

La bioenergía tiene un papel primordial que desempeñar en el camino hacia un sistema energético con bajas emisiones de carbono, al permitir una mayor integración de las fuentes renovables variables e

³³ Evaluación del Potencial de la Energía de la Biomasa. Estudio Técnico PER 2011-2020, IDAE

intermitentes (como la eólica y la solar) en los sistemas energéticos. La producción de energía a partir de biomasa puede utilizarse para suministrar electricidad continua o equilibrar la red, ofreciendo cierta flexibilidad en el funcionamiento.

La Primera Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la biomasa y la bioeconomía se ha elaborado en el seno de BIOPLAT³⁴, donde trabajan conjuntamente todos los agentes de sectores públicos y privados interesados en el desarrollo de la biomasa y la bioeconomía en España. El documento fue presentado públicamente en la Asamblea anual de BIOPLAT celebrada el 29 de octubre de 2020. En Bioenergía se define como área prioritaria de investigación e innovación *Extender y optimizar la respuesta técnico-económica y medioambiental de los procesos que intervienen en la generación de bioenergía*. Para lo cual se han diseñado retos de investigación e innovación entre los que destacaría los siguientes:

- ▶ Hibridaciones entre instalaciones de biomasa y otras tecnologías renovables
- ▶ Pretratamientos avanzados
- ▶ Integración de las biomasas como combustible para procesos industriales
- ▶ Aprovechamiento de la fracción biodegradable de los residuos municipales, lodos de depuradora o purines, para la producción de biogás o biometano
- ▶ Optimización de costes del upgrading del biogás para obtener biometano
- ▶ Tecnologías termoquímicas, químicas y biológicas para biocombustibles y biolíquidos
- ▶ Tecnologías de producción de biocombustibles sostenibles para aviación que supongan un avance respecto a la hidrogenación de aceites vegetales
- ▶ Desarrollo de vectores bioenergéticos intermedios
- ▶ Introducción de procesos para integrar corrientes de biomasa residual (procesos de pirólisis, licuefacción hidrotermal (HTL)) en refinerías
- ▶ Tecnologías de producción de hidrógeno a partir de la biomasa

³⁴ <https://bioplat.org/>



Las energías renovables: ventajas, limitaciones, impactos y usos



Ventajas de las energías renovables



FOTOVOLTAICA

- Produce electricidad a partir de la radiación solar
- Modularidad y bajo coste



HIDRAÚLICA

- Produce electricidad a partir de la energía potencial gravitatoria de masas de agua
- Gestionabilidad



TERMOSOLAR

- Produce calor a partir de la radiación solar directa
- Gestionabilidad con almacenamiento



MARINA

- Produce electricidad a partir del movimiento de las olas (undimotriz) o de las mareas (maremotriz)
- Puede producir energía a bajas velocidades del movimiento de agua



EÓLICA

- Produce electricidad a partir de la energía cinética del viento
- Gran eficiencia y rentabilidad



BIOMASA

- Reutilización de materias primas residuales, que de otra manera no tendrían salida



GEOTÉRMICA

- Aprovecha el calor del interior de la tierra
- Gestionabilidad



BIOGÁS

- Transformación de residuos orgánicos en energía en forma de gas



OK!

Fuente: FECYT, elaboración propia

Limitaciones de las energías renovables



FOTOVOLTAICA

- Generación discontinua dependiendo de la variabilidad del recurso solar



TERMOSOLAR

- Complejidad de diseño



EÓLICA

- Generación discontinua dependiendo de la variabilidad del recurso eólico



BIOMASA

- Densidad energética no muy elevada



BIOGÁS

- Dificultad para generar a temperatura ambiente



HIDRAÚLICA

- Las temporadas de sequía pueden hacer peligrar las reservas de agua
- Las posibles ubicaciones de centrales son muy reducidas y su coste muy elevado



MARINA

- Algunas de sus aplicaciones conviene que estén cercanas a la costa, ya que es donde hay mayor movimiento derivado de mareas
- Coste elevado



GEOTÉRMICA

- No todas las áreas tienen acceso a fuentes geotérmicas adecuadas para cubrir sus necesidades energéticas

OUCH!



Fuente: FECYT, elaboración propia

Impactos de las energías renovables



FOTOVOLTAICA

- Uso de suelo
- Uso de materiales tóxicos en la fabricación de paneles
- Generación de residuos y reciclabilidad



TERMOSOLAR

- Uso de suelo y agua
- Algunos fluidos pueden ser corrosivos y tóxicos
- Requisitos del terreno



EÓLICA

- Uso de suelo
- Riesgo para algunas especies de aves
- Generación de residuos y reciclabilidad



BIOMASA

- Logística de la biomasa (recolección, almacenamiento, transporte,...)
- Residuos o emisiones durante los procesos de transformación



BIOGÁS

- Tratamiento y valorización de los digeridos



HIDRAÚLICA

- Transformación del ecosistema acuático y terrestre



MARINA

- Riesgo para especies vegetales y animales
- Alteración de hábitats marinos



GEOTÉRMICA

- Puede afectar al subsuelo y a sus acuíferos en caso de fuga



Fuente: FECYT, elaboración propia

Usos de las energías renovables



FOTOVOLTAICA



- Instalaciones distribuidas aisladas de la red o de **autoconsumo**
- Plantas centralizadas para satisfacer altas demandas energéticas
- Comunidades energéticas mediante estructuras distribuidas

TERMOSOLAR



- Plantas centralizadas para satisfacer altas demandas energéticas
- **Autoconsumo**. Calefacción y generación de agua caliente sanitaria
- Generación de calor industrial

EÓLICA



- Plantas centralizadas para la producción eléctrica masiva
- Instalaciones distribuidas de minieólica (inferiores a los 100 KW) para el **autoconsumo** o instalaciones aisladas de la red eléctrica

BIOMASA



- Como combustible en centrales eléctricas
- Distribución de electricidad a zonas rurales y aisladas y **autoconsumo**
- Calefacción y agua caliente sanitaria
- Generación de calor industrial

BIOGÁS



- Generación de altas temperaturas para usos industriales
- Combustible para transporte

HIDRAÚLICA



- Producción de altos niveles de electricidad a partir de grandes embalses de agua

MARINA



- Producción de electricidad a partir de diferentes movimientos de agua o gradientes
- Puede dotar de energía a instalaciones o elementos marinos aislados de la red eléctrica general

GEOTÉRMICA



- La geotermia superficial puede ser usada para **autoconsumo** en calefacción y generación de agua caliente y para diferentes usos industriales
- La geotermia profunda genera un nivel de temperatura más aprovechable para la industria y la conversión eléctrica a gran escala



Fuente: FECYT, elaboración propia

H₂ Hidrógeno verde



Se produce a partir de un proceso de descomposición de moléculas de oxígeno e hidrógeno utilizando energía de origen renovable (en especial fotovoltaica y eólica)



Ventajas



- Permite que la energía renovable llegue a aquellos sectores difíciles de electrificar directamente
- Creación de trabajo cualificado, estimulación a la economía, modernización de la industria

Limitaciones



- Dificultades en el almacenamiento y transporte
- Costes actuales de las pilas de combustible
- Baja eficiencia y altos costes de los procesos de producción de hidrógeno bajo en emisiones

Impactos



Aunque el hidrógeno verde en sí no implique emisiones de CO₂ contaminantes, los procesos relacionados con su cadena de valor sí que dejan una huella de carbono

Usos



- Fuente de energía directa para sustituir otras formas de hidrógeno contaminante, en especial en sus aplicaciones industriales
- Medio de almacenar energía renovable y descarbonizar así sectores difíciles de electrificar (actuando, por ejemplo, como combustible para el sector del transporte)



Fuente: FECYT, elaboración propia

Tipos de almacenamiento de la energía eléctrica



ELECTROQUÍMICO

Baterías secundarias (Ión-Litio, Plomo-ácido,...)
Baterías recargables que utilizan una reacción redox reversible para cargar/descargar la energía

Baterías de flujo redox (Vanadio, Bromo,...)
Almacenamiento de energía a través de reacciones de reducción y oxidación en los electrodos

MECÁNICO

Hidrobombeo (Saltos de agua)
Control de la producción de energía hidráulica a partir del uso de presas

CAES (Aire comprimido)
Conversión de la energía eléctrica en aire comprimido a alta presión para posteriormente extraerla mediante su expansión en turbinas

LAES (Aire líquido)
Almacenamiento energético empleando aire líquido por un proceso de licuefacción del aire ambiente y su posterior expansión en turbinas

Volante de inercia (Energía inercial)
Almacenamiento de energía cinética a partir de un disco de inercia que actúa como motor, al detenerse descarga la energía cinética acumulada como energía eléctrica

ELÉCTRICO


Superconductores magnéticos y Supercapacitores (Energía eléctrica capacitativa)
Almacenamiento de energía en un campo magnético creado a partir de corrientes que circulan por un alambre superconductor a temperaturas criogénicas

TÉRMICO

Calor en sales fundidas (Calor latente, Calor sensible)
Conversión del superávit eléctrico en energía almacenable en forma de calor



Fuente: FECYT, elaboración propia



La crisis energética, la crisis climática
y la crisis económica que estamos
sufriendo tienen la misma raíz: los
combustibles fósiles. En consecuencia,
no podemos asumir el riesgo de seguir
dependiendo de ellos, ni por cuestiones
medioambientales ni por razones de
seguridad (de soberanía) energética. Es
una necesidad vital acometer política
y empresarialmente una acelerada
transición ecológica que ponga las
energías renovables en el centro del
tablero geopolítico

David Redolì.

Coordinador de Relaciones
Internacionales de Solaria

LA INNOVACIÓN ESPAÑOLA EN EL ÁMBITO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



El contexto actual de la innovación en España en energías renovables

Autores: Peter Sweatman y Adriana Rodriguez
de Climate Strategy & Partners

La actual crisis energética enraizada en nuestra dependencia de los combustibles fósiles ha reforzado el **posicionamiento de España como potencia de Europa a diferentes niveles estratégicos**: como fuente de energía renovable y segura, como motor económico en la carrera global hacia la cima de la sostenibilidad y como un actor político influyente. En respuesta a esta crisis la Comisión Europea está trabajando en una serie de medidas bajo la estrategia REPowerEU que aceleren el desarrollo y despliegue de energías renovables. El Gobierno español ha logrado una voz cantante liderando las negociaciones de estas propuestas, lo que refleja las oportunidades que España ve en la transición energética para transformar su modelo económico.

La presidenta de la Comisión Ursula Von der Leyen anunció en Davos 2023 un Plan Industrial del Pacto Verde que plantea diversas medidas para avanzar la posición de Europa en esta carrera liderada por China, el inversor mundial más grande en energías renovables, y en la que EEUU ha pisado el acelerador. Para que España no se quede atrás en esta carrera, debe definir una **estrategia de inversión a largo plazo, con la innovación climática y la seguridad de abastecimiento como pilares, y que identifique claramente las tecnologías donde cuente con una ventaja competitiva** para su desarrollo.

El nuevo Index de Competitividad Sostenible desarrollado por el Cambridge Institute for Sustainability Leadership recomienda una **“especialización inteligente” centrada en la inversión pública en innovación** priorizando aquellas áreas identificadas como más prometedoras para el liderazgo del país. La revisión en 2023 del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) es una oportunidad para desarrollar un Plan Nacional de Inversión Climática en base a estos pilares y recomendaciones.

Un primer paso clave es alinear este Plan de Inversión con los objetivos de la Estrategia de Lisboa acordada en el año 2000 y reflejados en la estrategia Europa 2020 de la Comisión: en 2020, la inversión española en I+D+I (1,41% de su PIB) fue mucho menor que la media de la UE (2,32%) y que el objetivo del 3% de la Comisión. Destaca como **avance positivo la reforma en 2022 de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación para incluir la meta de 1,25% de gasto público en I+D+I antes de 2030** que, junto a la inversión privada, busca llegar al objetivo del 3%. Sin embargo, los expertos piensan que sería más ambicioso aún lograr un 1,5% para la inversión pública.

Además, España se encuentra como líder mundial en la transición energética con el puesto 13 en el MIT Green Future Index 2022 que mide la inversión en energías renovables, la innovación y las políticas climáticas de 76 países. Otros rankings más centrados en la innovación ecológica no son tan positivos: el Eco Innovation Index de 2022 sitúa a España en un puesto más moderado con un progreso que se ha reducido en los últimos años vis-a-vis otros países de la UE y el European Innovation Scoreboard 2022 resalta que todos los indicadores relacionados con el cambio climático se encuentran por debajo de la media europea.

El Plan de Recuperación será una oportunidad clave para asegurar y reforzar la posición española entre los líderes de estos rankings. De los €140 mil millones que recibirá España de los fondos Next Generation EU, la Comisión Europea ha identificado sólo €3,9 mil millones asignados a la innovación de energías renovables. Destacan proyectos para promover el desarrollo del hidrógeno verde, clave para descarbonizar industrias "difíciles de abatir" donde la electrificación sería ineficiente, y proyectos de almacenamiento de energía para lograr una red eléctrica flexible y garantizar la seguridad del suministro.

He aquí dos ejemplos de tecnologías donde España puede trabajar su especialización y ventaja competitiva. **El camino ya se ha trazado con ambiciosas estrategias y objetivos de cara a 2030 tanto para el hidrógeno renovable como el almacenamiento.** Ahora queda garantizar su implementación. **Reforzar el ecosistema de sostenibilidad será un pilar fundamental** para impulsar la innovación en estas áreas y ya existen grandes empresas españolas a nivel mundial invirtiendo en ellas.

Un informe de eco-union muestra que las grandes empresas han concentrado la mayoría de las ayudas del Plan de Recuperación y que las pequeñas empresas se enfrentan a dificultades en el proceso de solicitud. Climate Strategy encuentra que estas pequeñas empresas también quieren participar en la implementación de nuevas tecnologías limpias para reducir sus costes energéticos y contribuir a la transición climática, pero un 48% destaca que les falta financiación. Resultará esencial **garantizar una diversificación de los beneficiarios de las ayudas públicas, facilitando el acceso y dirigiéndose a nuevas y más pequeñas empresas y start-ups** para lograr un mercado competitivo que impulse la innovación.

Otro factor fundamental para promover la inversión en innovación climática de la industria española será **alinear las licitaciones y la Compra Pública de Innovación con los objetivos del PNIEC.** Un informe publicado por el Stockholm Environment Institute sirve como guía para desarrollar en detalle estas políticas de inversión al destacar mejores prácticas de varios casos de estudio, entre los que se encuentra España, para incentivar la descarbonización de sectores clave como el de la construcción o el transporte.

Finalmente, la revisión del PNIEC y la elaboración de un Plan Nacional de Inversión Climática también se beneficiaría de revisar los procesos de implementación de los fondos de recuperación. Según un informe del Tribunal de Cuentas Europeo, el Plan de Recuperación de España sufre de poca claridad en la coordinación de políticas y estrategias de I+D entre los distintos niveles de gobernanza regionales. En la práctica este problema se ha visto reflejado en **una ejecución lenta de los fondos, sobre todo a nivel de Comunidad Autónoma.** Agilizar la distribución de estas ayudas es fundamental en una carrera altamente competitiva donde los grandes jugadores mundiales ya han pisado el acelerador.

Tendencias de la innovación en energías renovables

Para realizar un análisis del estado actual de las soluciones desarrolladas y ejecutadas en el área de las energías renovables, se ha utilizado la herramienta Linknovate, que permite analizar la evolución histórica de la innovación en un campo de búsqueda concreto y ofrece un análisis de los principales registros localizados mediante la búsqueda algorítmica por palabras clave en el marco de la innovación.

Linknovate realiza distintas búsquedas utilizando la evolución de los siguientes registros: *publicaciones científicas, conferencias, contenido web, proyectos, artículos, estudios científicos, subvenciones* y líneas de investigación, entre otras. La evolución en el número de registros obtenidos identifica las tendencias en cada una de las fuentes de energía renovables y las tecnologías de desarrollo asociadas a ellas.

Los resultados de las búsquedas provienen de campos y registros de fuentes públicas de internet y principalmente en inglés, que se guían estrictamente por las palabras clave seleccionadas y el modo de relacionarse entre ellas. Los resultados están limitados a las fuentes que puedan contener información sobre actividades innovadoras, tecnologías emergentes, tendencias tecnológicas, tendencias de mercado, actividades de startups, etc. en el ámbito de las energías renovables.

Cada documento recibe una evaluación de relevancia (en función de la frecuencia y repeticiones de las palabras en el contenido, de si aparece en el título del documento, etc.). El listado de organizaciones también se genera y se ordena por defecto de este orden de relevancia.

A partir de la tabla de clasificación de las energías renovables utilizada para el análisis de los proyectos de I+D+I financiados con programas nacionales, se han seleccionado aquellas palabras clave compatibles³⁵ con la búsqueda en las fuentes abiertas que consulta Linknovate para detectar tendencias, proyectos y organismos/empresas con alto nivel de crecimiento en el ámbito de las energías renovables.

³⁵ Véase Anexo: Tabla de palabras clave relacionadas con las energías renovables



Se han obtenido **1.236.409 registros a nivel internacional y 46.193 para España**. Al analizar la tipología de los registros (términos en castellano e inglés: ensayos o *clinical-trial*, conferencias o *conferences*, subvenciones o *grants*, noticias o *news*, patentes o *patents*, publicaciones o *publications*, marcas o *trademarks* y contenido web o *website*), se observa que la mayor parte son noticias, aunque en el caso de España se hace más relevante con un 51% frente al 36% internacional, seguido de las publicaciones que ocupan alrededor del 32% de los resultados en ambos casos. Con un menor porcentaje continúa el contenido web y las conferencias, acumulando un 13% en los resultados internacionales y un 5% y un 7%, respectivamente, en el ámbito nacional.

En cuanto a la tipología de las entidades que están desarrollando innovación en el campo de las energías renovables, se distinguen 5 tipos:

- ▶ Jóvenes empresas o *startups*;
- ▶ Grandes empresas o *corporations*;
- ▶ Pequeñas y medianas empresas, PYMES o *SMB and other*,
- ▶ Universidades o *universities*; y
- ▶ Institutos de investigación o *Research laboratories* o *R. Lab*.

La evolución en el número de registros por tipo de entidad refleja la transferencia de conocimiento a las empresas que comienzan a desarrollar soluciones para el mercado y a comenzar proyectos de investigación en colaboración.

Para una fácil comprensión del análisis de los resultados obtenido se han elaborado unas fichas que recogen los resultados de la búsqueda realizada en Linknovate.



Year	Number of Records
2010	892
2011	1,197
2012	1,351
2013	1,499
2014	1,577
2015	2,008
2016	1,960
2017	1,881
2018	2,475
2019	4,674
2020	7,218
2021	8,363
2022	10,424
2023	952

- Fomento de políticas y regulaciones favorables
- Aumento de la inversión en energías renovables a nivel europeo y nacional
- Aumento de la consciencia pública sobre la necesidad de energías renovables

Category	Percentage
News	50.65%
Patent	1.52%
Publication	32.01%
Trademark	0.57%
Website	9.76%
Clinical-Trial	0.00%
Conference	2.45%
Grant	2.63%

46,193 Records

Organization Type	Percentage
University	21.56%
R. Lab	18.08%
45-180 Records	15.00%
Startup	6.94%
Corporation	25.98%
SMB and Other	29.03%

- Control de la energía
- Energía eólica
- Crecimiento del mercado

Renovación

- Algoritmos de aprendizaje
- Detección de fallas
- Optimizaciones

Climate Change

Electricity Generation Capacity

Solar Panels

Frequency Control

Turbines

Produce

Carbon Dioxide

Development Projects

Wind Farm

Risk Assessment

Hydrogen Power

No Regeneration

Production Limits

Service Contracts

Battery Storage

Distribution Grids

Investment Analysis

Canary Islands

Figure 1 is a bubble chart showing the number of publications by year (2010-2023) for five categories: Startup, Corporation, SMB and Other, University, and R. Lab. The size of the bubble indicates the number of publications. University consistently has the highest number of publications, followed by R. Lab, SMB and Other, Corporation, and Startup.

Year	Startup	Corporation	SMB and Other	University	R. Lab
'10	0	1	1	5	1
'11	0	1	1	5	1
'12	0	1	1	5	1
'13	0	1	1	5	1
'14	0	1	1	5	1
'15	0	1	1	5	1
'16	0	1	1	5	1
'17	0	1	1	5	1
'18	0	2	1	5	1
'19	0	2	1	5	1
'20	0	2	1	5	1
'21	0	2	1	5	1
'22	0	2	1	5	1
'23	0	2	1	5	1

Startup *

*Nabrawind Tech es la única startup que aparece a nivel nacional realizando una búsqueda general de las entidades más relevantes. Otras startup destacables, aunque con un nivel de relevancia menor serían: Albufera Energy Storage, Saitec Offshore Technologies, XI Wind y Hws Concrete Towers SL.

Principales conclusiones obtenidas del análisis de los resultados de los registros estudiados en la plataforma Linknovate.

1.- A partir **del análisis del número de registros**, se observa que, tanto a nivel nacional como internacional existe una evolución que rompe una tendencia sin grandes crecimientos hasta 2018 y que crece de manera acusada los años posteriores debido a varios factores como la dependencia energética a los fósiles, que comienza a generar momentos de emergencia energética por problemas geopolíticos como la Guerra de Ucrania, las altas emisiones de CO₂, la preocupación por la irreversibilidad del cambio climático o los pactos realizados a nivel europeo y global (como el Pacto Verde Europeo aprobado en 2020) que generan un aumento del interés en las energías renovables. **Tras el crecimiento de casi el 100% en 2019 a nivel nacional y de más del 100% a nivel internacional, se alcanza el pico máximo de resultados en 2022. Esto demuestra la importancia que adquiere el desarrollo tecnológico y la innovación en el sector energía.**

2.- A través **del estudio de la distribución de registros por tipología de entidad**, se concluye que **el efecto tractor en materia de investigación y desarrollo tecnológico en energías renovables se realiza por parte de las PYMES, universidades y grandes empresas**. Tanto en el ámbito internacional como en el nacional se observa que las PYMES superan el 29% de los registros resultantes, pero en la búsqueda internacional son superadas por las universidades que alcanzan el 30%.

- ▶ El orden de importancia de las entidades por **número de registros en España** es el siguiente: PYMES > grandes empresas > universidades > institutos de investigación > startups.
- ▶ El orden de importancia de las entidades por **número de registros a nivel internacional** es: universidades > PYMES > grandes empresas > institutos de investigación > startups.

En España, por número de registros obtenidos por tipo de entidad, destacan las siguientes entidades

Grandes empresas: Siemens Gamesa, Iberdrola, Acciona, Abengoa y Repsol.

PYMES: Onyx Solar, Fundación TEKNIKER, Zabala Innovation Consulting, Global Power Generation y In & Co Systems.

Universidades: Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Sevilla, Universidad de Castilla-La Mancha y Universidad del País Vasco.

Institutos de investigación o Laboratorios de investigación: Tecnalia, CIEMAT, CENER, CSIC e, IREC.

Startup: Nabrawind Tech.

3.- La **evolución en el tiempo del número de registros por tipo de entidad** refleja que las empresas no tienen como objetivo realizar una investigación básica sin un propósito a medio plazo, por lo que **es responsabilidad de las universidades y otros centros de conocimiento dar ese primer avance en diversos campos antes de su aplicación**. Se observa que a nivel internacional se está generando un mayor número de registros por parte de universidades que en el caso de España. Por otro lado, **las startups también se benefician de los avances realizados por centros de conocimiento**, incluso algunas de ellas surgen de estos centros e institutos (*spin-offs*). Estas entidades combinan una creación con pocos recursos, pero con un gran potencial tecnológico lleno de nuevas ideas a integrar en el mercado que pueden ser de gran interés a medio plazo. Representan una pequeña proporción de los registros, pero con alto impacto en el futuro. **En conclusión**, las empresas y en concreto las PYMES, poseen un gran efecto tractor en la energía verde fruto de las investigaciones de universidades. Estas PYMES o startups pueden tener su origen en una gran empresa ya que en este sector es común crear una marca "verde" con cierta autonomía para mejorar su posicionamiento en el mercado de este tipo de energías.

4.- El análisis de la **evolución de las tendencias de las energías renovables** es un indicador clave para evaluar la dirección que tomará la industria energética en el futuro:

A nivel internacional

La primera tendencia con mayor crecimiento: **las "redes de transmisión de energía eléctrica" junto a las "redes inteligentes" (*smart grids* en inglés)**. La expansión de la generación de energía renovable como la energía eólica y solar está creando una mayor necesidad de redes de transmisión de energía eléctrica eficientes y flexibles para transportar la energía desde las zonas de producción a los centros de demanda.

Las redes de transmisión de energía eléctrica típicamente consisten en líneas de alta tensión que transportan energía a largas distancias. Con la expansión de la energía renovable, estas redes están siendo sometidas a mayores demandas debido a la necesidad de transmitir energía desde zonas remotas donde se produce la energía renovable a los mercados de consumo. Estas redes tradicionales están evolucionando hacia *smart grids*, que utilizan tecnologías avanzadas de comunicación y sensores para monitorizar y controlar el flujo de energía en tiempo real, esto permite una mayor eficiencia en la gestión de la energía, una mejor integración de la energía renovable en la red y una reducción en el costo de la energía.

Las *smart grids* también permiten una mayor interacción entre los consumidores y la red eléctrica, dando a los consumidores la capacidad de monitorizar y controlar su consumo de energía y de participar en la gestión de la red a través de la generación distribuida de energía renovable y el uso de baterías para almacenar energía.

Por lo tanto, el desarrollo de las energías renovables está impulsando un cambio hacia redes de transmisión de energía eléctrica más eficientes y flexibles, y hacia *smart grids* que permiten una mejor integración de la energía renovable y una mayor interacción entre los consumidores y la red eléctrica.

La segunda tendencia con mayor crecimiento tiene que ver con las **plantas de energía y las instalaciones de energía renovable**: La tendencia en energías renovables es hacia una producción más diversificada, eficiente y accesible a través de la integración de diferentes tecnologías renovable, la miniaturización de la tecnología y la adopción de tecnologías más avanzadas y eficientes.

Para conseguir una producción con las características mencionadas se están creando plantas híbridas, que combinan diferentes fuentes de energía renovable para crear un sistema más eficiente y confiable. Estas plantas híbridas surgen de la integración de diferentes tecnologías renovable, como las hidroeléctricas, la eólica, la solar, la marina y la geotérmica.

También se tiende hacia la miniaturización de la tecnología renovable de alta eficiencia, esto permite instalar plantas de energía renovable más rentables y sin monopolizar gran parte del territorio del planeta para generación de energía. Por último, otro desarrollo importante ligado a esta tendencia es la integración de nuevos elementos en las plantas para su optimización como pueden ser tecnologías de almacenamiento.

Además, las energías renovables destacan en el ámbito internacional por el crecimiento en los proyectos, inversiones y creación de nuevas compañías. La demanda de energía renovable está aumentando debido a la creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles, lo que ha llevado a un aumento en la inversión en energías renovables.

Las compañías de energía renovable están experimentando un fuerte crecimiento y, muchas de ellas, están obteniendo financiación para llevar a cabo proyectos de energía renovable a nivel mundial. Además, muchos países están implementando políticas e incentivos para fomentar la adopción de energías renovables, lo que ha impulsado el crecimiento en la industria de las energías renovables.

Las inversiones en energías renovables han aumentado significativamente en los últimos años, con inversores tanto públicos como privados, esto ha llevado a un aumento en la cantidad de proyectos de energía renovable en todo el mundo.

A pesar de que estas tendencias sean las que mayor crecimiento han experimentado se observa cómo todas han experimentado un aumento considerable en 2021 y 2022.

A nivel nacional

Se observa una diferencia clara con respecto al gráfico de tendencias y términos sugeridos en el ámbito internacional. En España se registra un crecimiento acusado en 2020 que se mantiene en 2022 mientras que en las tendencias internacionales se observa un crecimiento exponencial hasta 2022.

En cuanto a las **tendencias que presentan un mayor crecimiento** se repiten las relacionadas con redes que en este caso son "**power control**" y "**redes de distribución**". Pero, **además, España destaca en tendencias relacionadas con dos tipos de energías, la marítima/offshore y la eólica**. Aparecen las Islas Canarias en 2021 como una región con tendencia a crecimiento y esto está relacionado con la energía marina y las tecnologías *offshore*, ya que es en estas islas se ubica la Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN) que es una Infraestructura Científico y Técnica Singular (ICTS) destinada a impulsar el desarrollo de conocimiento y tecnologías para el uso responsable y sostenible del océano, muy relacionada con el desarrollo de pruebas piloto para nuevas tecnologías offshore. En esta plataforma se realizan pruebas tanto para proyectos europeos (H2020) como para otros centros españoles.

En España, la energía eólica es una de las más importantes entre las energías renovables, lo cual explica la tendencia "producción de energía eólica". La eólica sigue siendo la tecnología renovable más importante en el mix de generación nacional, suponiendo el 23 % de la producción total entre abril de 2002 y marzo de 2023, según datos de Red Eléctrica³⁶. Además, **España ocupa la segunda posición en Europa, tras Alemania, en potencia instalada eólica**³⁷. Es la Por esta razón se están llevando a cabo desarrollos en tecnologías de energías eólicas, destacando el "**control de turbinas eólicas**" que se relaciona con una mejora en la seguridad y fiabilidad del sistema y la optimización de la gestión de la producción de energía. Por último, si se analizan **las palabras clave más repetidas por año** en todos los registros encontrados, destaca:

En 2020 **a nivel internacional la sostenibilidad** («environmental state» o «sustainable production») **y el desarrollo de tecnologías** («wave form», «innovative components», «electrical output», «removably connected» e «hibrid processing») y de igual manera **para España** se repiten estos temas con palabras relacionadas con la **sostenibilidad** («sustainable production», «sustainability», «environmental state», «carbon dioxide» o «climate change») y con **el desarrollo de tecnologías** («intelligent control», «hybrid processing», «electrical output» y «heating means»).

Para 2021 y 2022, además de los dos temas anteriores, se incorpora el término "**hybrid processing**" que se refiere al procesamiento de varias energías renovables para su uso tanto a nivel internacional como nacional; y, en 2022, también destacan las palabras clave relacionadas con la **optimización y mejora de procesos** destaca tanto a nivel internacional con palabras como «optimise» y «planning» como a nivel nacional con «optimization algorithms». **En España las investigaciones están centradas en el desarrollo de tecnologías con aplicación en el mantenimiento de infraestructuras o predicción.**

Los proyectos relacionados con las energías renovables tienen diversos enfoques, pero tanto en España como a nivel internacional coinciden en desarrollar puntos de carga y nuevas tecnologías como **inteligencia artificial, big data, machine learning**, etc.).

También aparece un tema relevante en los últimos años relacionado con los **costes de esta energía** debido a la necesidad de implementarlas de forma rentable y a la necesidad de inversión, estas palabras son en el ámbito internacional "cost effectiveness" e «investments» y más relevantes en el ámbito nacional con palabras como: «economic cost», «economic support» e «investments».

³⁶ <https://www.ree.es/es/datos/generacion>

³⁷ https://www.sistemaelectrico-ree.es/sites/default/files/2023-03/Informe_Renovables_2022.pdf

A modo de conclusión, se muestran a continuación las principales tendencias de desarrollo a nivel nacional extraídas del análisis de los resultados de las búsquedas por cada área de energía renovable en los registros obtenidos de Linknovate.

ÁREAS PRINCIPALES	PRINCIPALES TENDENCIAS EN DESARROLLO A NIVEL NACIONAL (Fuente: Linknovate)
Energía Eólica	Actualmente la tecnología desarrollada está en un grado de madurez alto y existe una amplia implementación a nivel nacional, por lo que la principal tendencia se centra en la mejora de la eficiencia , pero también en nuevas instalaciones eólicas marinas con plataformas flotantes que permiten recoger los fuertes vientos de alta mar. Para mejorar la eficiencia se están desarrollando tanto mejoras en los aerogeneradores como tecnologías basadas en el dato para recoger la situación del medioambiente y de la propia instalación que se destinarán a la toma de decisiones.
Energía Solar/ Fotovoltaica	Gracias a la alta disponibilidad de sol en el país la energía solar puede obtener más rendimientos que en otras zonas de Europa. Además, ya existe tecnología madura desarrollada para paneles solares fotovoltaicos y térmicos. La principal tendencia se corresponde con la mejora de la eficiencia y reducción de los costes de las tecnologías maduras . Para conseguir esto se están desarrollando mejoras con relación al diseño de los paneles, instalaciones con seguimiento del movimiento del sol, celdas solares de alta eficiencia o nuevos materiales de construcción . Actualmente se está buscando sustituir el silicio como base de construcción de las células fotovoltaicas por otros materiales como el perovskita, la kesterita o células orgánicas , que abren camino a nuevas posibilidades. Se espera también una tendencia en el desarrollo de paneles fotovoltaicos de tipo flotante que utiliza el agua como soporte de la instalación en lugar del terreno.
Hidrógeno	El hidrógeno permite la penetración de un mayor porcentaje de energías renovables en el sistema eléctrico gracias a su capacidad de almacenar energía renovable y llevar energía renovable a sectores no electrificados. La principal tendencia se centra en la mejora de la producción de hidrógeno para llegar a incrementar la escala . Para ello se investiga en nuevos elementos utilizados en la membrana de los electrolizadores tanto de aniones como de protones , además se está impulsando el desarrollo de electrolizadores de óxido de sólido que se encontraba menos maduro.
Tecnologías de Almacenamiento	En los últimos años se ha incidido en el desarrollado de diversos métodos para el almacenamiento de hidrógeno, en particular se detecta un foco en aquellos que permiten mantenerlo a temperatura ambiente. Paralelamente, se están llevando a cabo importantes avances en la distribución de hidrógeno, tanto mediante redes exclusivas como a través de la combinación de infraestructuras de gases y de suministro, empleando las mismas infraestructuras utilizadas para distribuir gases como el gas natural o el gas licuado del petróleo (GLP) para la distribución del hidrógeno. Estos avances son clave para impulsar el uso del hidrógeno como fuente de energía renovable y sostenible en diversos sectores.
	Los sistemas de almacenamiento son una parte esencial para la implantación de las energías renovables ya que algunas generan energía de forma intermitente y la demanda no suele estar alineada con la producción ³⁸ . El actual sistema energético centralizado y basado en centrales gestionables será reemplazado por un sistema descentralizado y flexible que necesitará integrar el almacenamiento en su cadena. Las tendencias actuales se centran en sistemas de almacenamiento eléctrico y en la optimización de su gestión . Se están desarrollando nuevos materiales avanzados , la inclusión de componentes para la conectividad con smart grids , tecnologías digitales para la optimización y nuevas tecnologías que permitan un escenario alternativo al litio , pero también las baterías de litio de próxima generación .

³⁸ Red Eléctrica, Tecnologías de almacenamiento de energía, 2021

Biomasa

Dentro de los avances más importantes que están marcando tendencia, destaca el **aumento de la eficiencia en la conversión de biomasa en energía**. Esto se ha logrado a través del uso de **tecnologías más avanzadas para procesar la biomasa** y extraer su energía de manera más eficiente principalmente de **algas, microalgas y microorganismos**. También se han desarrollado **nuevos tipos de biocombustibles**, como el **biogás** y el **bioetanol**, que se pueden utilizar en lugar de combustibles fósiles para generar energía. La **generación de hidrógeno verde a partir de la electrólisis de biomasa** es una de las corrientes con mayor innovación por las grandes ventajas del hidrógeno.

También se han desarrollado sistemas de generación de energía a pequeña escala que utilizan biomasa para producir electricidad para hogares y comunidades rurales. Además, se ha avanzado en la utilización de la biomasa para la producción de materiales y productos, como plásticos.

Energía Marina

España tiene un gran potencial en la investigación de tecnologías para aprovechamiento de la energía marina, fundamentalmente en la costa cantábrica, la costa atlántica y las Islas Canarias. Está **en pleno desarrollo** de tecnologías para la generación de energía a través de la corriente y las olas. **Este tipo de tecnologías tienen un nivel de madurez tecnológica (TRL) bajo** y se espera que en los próximos años se impulsen **proyectos de demostración que generen conocimiento** y experiencia en el entorno marino.

Energía Hidráulica

La energía hidráulica o hidroeléctrica es ampliamente utilizada en sectores como la construcción, la minería o la agricultura y actualmente existen tecnologías maduras e implantadas en el país. Las principales tendencias de los desarrollos tecnológicos están enfocándose en una **mayor eficiencia energética a partir de nuevos sistemas hidráulicos**, unos **sistemas de control de flujo más precisos** y eficientes que permiten una **mejor regulación del caudal y la presión** en los sistemas hidráulicos, **mejoras en la seguridad y durabilidad de los componentes** hidráulicos o la aplicación de tecnologías digitales como la **telemetría y el control remoto**, lo que ha permitido una mayor monitorización y gestión de los equipos hidráulicos a distancia. También se están realizando esfuerzos para conseguir **una mayor versatilidad de los sistemas hidráulicos** adaptables a diferentes aplicaciones y entornos de trabajo.

Energía Geotérmica

Uno de los desarrollos más importantes ha sido **el aumento de la eficiencia en la conversión de la energía geotérmica en electricidad a partir de sistemas de ciclo binario y sistemas de ciclo de Rankine**. También se están desarrollando nuevas técnicas de exploración y perforación para encontrar y acceder a las fuentes de energía geotérmica de forma rentable y permitiendo **explotar zonas que anteriormente no era posible gracias a nuevas tecnologías de simulación computacional y nuevos sistemas de perforación**. La aplicación de esta energía en los últimos años se está centrando en la **climatización de edificios**, por lo que se está investigando en **nuevas formas de incluir la energía y tecnologías como las bombas de calor dual o cimentaciones** que se activen mediante el calor en edificios.

Mejora de Procesos

La utilización de **smart grids** se posiciona como una pieza clave para el nuevo modelo energético ya que **permitirá incluir un mayor porcentaje de energías renovables** y se asocia con las ciudades que están transformando su modelo hacia un sistema de **"ciudad inteligente" o smart city**. Entre las funciones que se están desarrollando se encuentran: **robustecer y automatizar la red**, mejorando la operación de la red, los índices de calidad y las pérdidas en la misma, **optimizar la conexión de las zonas con fuentes de energía renovable**, optimizando las capacidades de conexión y minimizando el coste de conexión, desarrollar **arquitecturas de generación descentralizadas**, permitiendo el funcionamiento de instalaciones de menor tamaño (**generación distribuida como placas solares en techos de edificios**) en armonía con el sistema, **mejorar la integración de la generación intermitente** y de **nuevas tecnologías de almacenamiento** y **proporcionar una gestión activa de la demanda**, permitiendo que los consumidores gestionen de manera más eficiente sus consumos y mejorando la eficiencia energética.

Retos de la investigación e innovación en energías renovables



El gran reto es la **DESCARBONIZACIÓN EN 2050**, a través del despliegue de las energías renovables y su integración en la red.

NIVEL DE DESARROLLO ALTO

FOTOVOLTAICA

Materiales y usos innovadores



- Sustituir el silicio como base de construcción de las células fotovoltaicas por otros materiales como el perovskita, la kesterita o células orgánicas.
- Desarrollo de aplicaciones de agrovoltaica y flotante

TERMOSOLAR

Reducir los costes de generación de energía



- Mejorar el diseño de concentradores y receptores
- Incremento de las temperaturas de trabajo

EÓLICA

Materiales y usos innovadores



- Aerogeneradores más sostenibles, reutilizables y flexibles
- Optimización de aplicaciones flotantes marinas

HIDRAÚLICA

Mejorar sistemas de control de flujo



Para una mejor regulación del caudal y la presión, así como mejoras en la seguridad y durabilidad de los componentes

BIOMASA

Aumentar el rendimiento energético



- Principalmente a partir de algas, microalgas y microorganismos
- Nuevos tipos de Biocombustibles
- Electrólisis para generar H2 verde



Fuente: FECYT, elaboración propia

Retos de la investigación e innovación en energías renovables



NIVEL DE DESARROLLO MODERADO



GEOTÉRMICA

Desplegar su implementación en edificios y viviendas

Desarrollar nuevas técnicas de exploración y perforación para aprovechar mayores recursos de manera más rentable

NIVEL DE DESARROLLO INCIPIENTE



MARINA

Aumentar su rendimiento reduciendo costes.

Desarrollar proyectos de demostración que generen conocimiento y experiencia en el entorno marino



BIOGÁS

Optimizar el precio de producción de biometano

Para alimentar parcialmente las redes de gas natural y para su uso como carburante en vehículos de transporte



HIDRÓGENO VERDE

Reducir los costes de producción para aumentar su eficiencia

- Desarrollar redes de transporte y distribución amplias y seguras
- Reducir coste de las pilas de combustible



Fuente: FECYT, elaboración propia

La opinión de las empresas especializadas del sector energético



"CEPSA es una compañía innovadora que apuesta por la investigación para la transición energética"

Rosario Rodríguez.

Departamento de Transición Energética del Centro de Investigación de Cepsa



Cepsa es consciente de que el mundo está cambiando y se enfrenta al mayor reto medioambiental de toda su historia. Cada país, cada empresa, cada individuo se está replanteando el uso que hace de la energía. Cepsa quiere tener un papel clave en la transición energética, y para ello ha desarrollado su nueva estrategia Positive Motion.

Positive Motion va más allá del Net Zero para ser Net Positive, facilitando a nuestros clientes y a la sociedad el avance en la dirección correcta. Para ello, se han establecido exigentes y sólidos compromisos de descarbonización. Las emisiones derivadas de nuestra actividad (alcance 1 y 2) tendrán una reducción del 55% en 2030 respecto a las de 2019 y serán cero emisiones netas antes de 2050. Además, se reducirá en entre un 15-20% la intensidad de carbono de los productos energéticos vendidos en 2030 respecto a 2019, reduciendo nuestras emisiones de carbono de alcance 3, que también serán cero en 2050.

En esta estrategia de descarbonización los pilares fundamentales son las moléculas verdes: biocombustibles e hidrógeno verde. Estas moléculas son necesarias para los sectores más difíciles de descarbonizar y son la mejor solución para la gran industria, transporte pesado, transporte marítimo y aviación.

Cepsa aspira ser líder en producción de biocombustibles en España y Portugal con 2,5 millones de toneladas en 2030, de las cuales 800 mil toneladas serán combustibles sostenibles para la aviación (SAF, por sus siglas en inglés).

En cuanto a hidrógeno verde, **Cepsa ha presentado el proyecto del El Valle Andalus del Hidrógeno Verde para la producción de 2 GWeq de este vector energético**, de la que se destinará el 70% para ayudar a nuestros clientes,



impulsando la descarbonización en las industrias del transporte pesado terrestre, aéreo y marítimo, logrando una reducción de seis millones de toneladas de CO₂.

Para la descarbonización del sector de la automoción, **Cepsa apuesta por la electrificación del transporte en carretera con una red líder de recarga ultrarrápida**, que tendrá punto de carga cada 200 km en principales corredores interurbanos en 2030.

Además, para lograr estos ambiciosos objetivos Cepsa apuesta por la sostenibilidad de las instalaciones mediante **mejoras de eficiencia energética, consumo de electricidad renovable y digitalización**. El plan de descarbonización también incluye **actuaciones en reforestación, uso de materias primas sostenibles como desechos** e implementación de **nuevos procesos que reducen la huella de carbono** de nuestros productos energéticos.

Cepsa es una compañía innovadora que apuesta por la investigación para la transición energética. Estamos iniciando el **desarrollo de líneas de investigación para la conversión del CO₂ en otras moléculas mediante procesos catalíticos y fotoelectroquímicos**. En estos nuevos proyectos son fundamentales las colaboraciones con otros grupos de investigación, ya que se trata de proyectos interdisciplinares que se han de desarrollar en los cortos plazos que la transición energética impone.

El Centro de Investigación de Cepsa juega un papel fundamental en la obtención de **biocombustibles avanzados**, desarrollando proyectos para la obtención de biocombustibles a partir de materiales vegetales sostenibles. Estos trabajos han permitido a Cepsa ser **pionera en el hidrotratamiento de aceites vegetales** y realizar pruebas industriales exitosas de hidrotratamiento de aceites usados y otros residuos vegetales.

Las investigaciones realizadas nos han permitido recientemente abordar hitos que nos sitúa a la vanguardia de la producción de biocombustibles avanzados. Así, en octubre 2022 se realizó la primera prueba en España de utilización en un barco de biocombustible procedente de aceites usados y en noviembre 2022 la producción de SAF (combustible de aviación sostenible) para más de 200 vuelos desde el Aeropuerto de Sevilla. La firme apuesta de Cepsa por el SAF se está materializando con la firma acuerdos de suministro con destacados operadores del sector aéreo.

Los nuevos proyectos de investigación se enfocan en el apoyo a la fabricación de biocombustibles y la fabricación de SAF a partir de biomasa forestal. Otras líneas de investigación se centran en la conversión de residuos agrícolas, forestales e industriales, a través de procesos como **pirolisis para la obtención de combustibles sostenibles**.

Estos trabajos incluyen el análisis y selección de las materias primas, experimentos en plantas piloto para el ajuste de las condiciones de operación y la selección de procesos de conversión con catalizadores adecuados y la caracterización de los biocombustibles y productos sostenibles obtenidos para garantizar que cumplen las especificaciones requeridas por nuestros clientes.

En Cepsa consideramos clave las siguientes pautas de actuación para avanzar en la investigación para la descarbonización:

- ▶ **La descarbonización exige trabajar en nuevas áreas**, en las que la investigación e innovación son fundamentales para lograr progresos.
- ▶ **El ritmo exigido requiere rápidos avances**, para ello es fundamental para las empresas aprovechar el conocimiento y talento de las universidades y centros tecnológicos.
- ▶ **Las financiaciones estatales y europeas son un importante incentivo** para promover este tipo de proyectos.
- ▶ A diferencia de otras crisis, **se requiere una ejecución de proyectos de manera ágil y eficiente**.
- ▶ Las **regulaciones y limitaciones establecidas en Europa no dejan opción a largos proyectos**. Es crítico dedicar muchos recursos en aras de resolver los requerimientos actuales a tiempo.





"REPSOL centra su investigación en desarrollos hacia cliente final: combustibles, lubricantes, electricidad, hidrógeno en el futuro"

Javier Aríztegui Cortijo.
Repsol Technology Lab



Repsol trabaja fundamentalmente en tres áreas de investigación: electricidad, energía para el transporte y calor industrial.

En la investigación en **electricidad**, Repsol no hace investigación en solar fotovoltaica ni eólica, están centrados en **sistemas de flexibilidad de la demanda**, tanto como en origen, con gestores energéticos locales, como con sistemas de agregación que pueden vender esa flexibilidad en el mercado.

En la parte de generación, visualiza la geotermia que también tiene potencial en la parte de calor industrial. En almacenamiento trabajan en **sistemas de almacenamiento intradiario** de electricidad basados en calor.

En cuanto a la investigación en **energía para el transporte**, Repsol comercializa electricidad para vehículos eléctricos, pero como ya es una tecnología madura, no invierten en I+D. En **combustibles renovables** es Repsol donde tiene su gran apuesta. En **biocombustibles**, focalizan su investigación en **residuos sólidos, gasificación y pirolisis**. También en el uso de residuos líquidos, pero dirigidos a producción de líquidos. La producción de biogás por digestión anaerobia, que es una tecnología madura, no está en la cartera de desarrollos de Repsol.

En la parte de **combustibles sintéticos**, investigan en **captura de CO₂ del aire** y **síntesis tanto Fischer-Tropsch como síntesis de metanol**, ambos a partir de CO₂ e hidrógeno.

Tanto en biocombustibles, como en combustibles sintéticos, tienen actividad en **conversión secundaria de productos intermedios** (metanol o ceras Fischer-Tropsch) **a productos finales** (nafta/gasolina, keroseno, gasóleo, bases lubricantes, ceras, etc.).

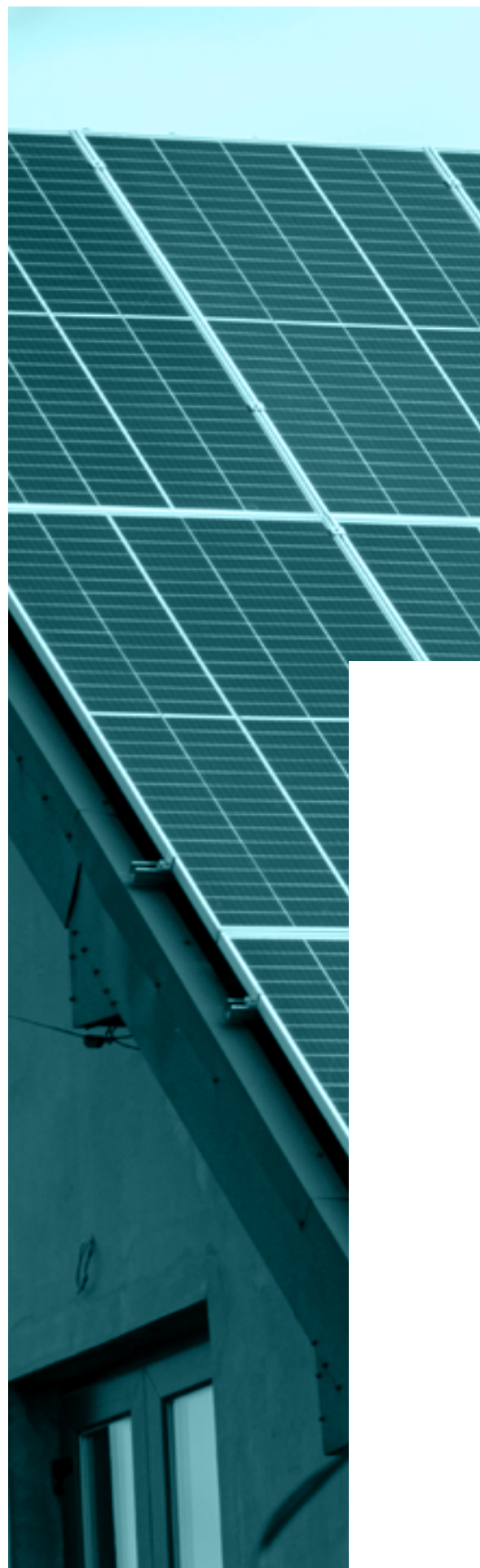
En la investigación en **hidrógeno**, Repsol está **centrado** en la implantación de sistemas de producción industrial basados en **tecnologías alcalina y PEM**, y en el desarrollo de tecnologías menos maduras están enfocados de **óxidos sólidos de altas temperaturas**.

Por último, en el ámbito del **calor industrial** Repsol apuesta por 2 líneas de investigación:

- ▶ **Procesos de alta temperatura:** utilizando hidrógeno y electricidad.
- ▶ **Revalorización de calores residuales:** con tecnologías de bombas de calor de alta temperatura.

Posiblemente en el futuro Repsol introduzca tecnologías de geotermia y termosolar, y quizá hibridación con termoeléctrica.

En Repsol, la **digitalización** es consustancial a todas esas nuevas tecnologías, **todas las plantas nacen digitales**. Las tecnologías digitales y en concreto el **gemelo digital** facilitan mucho el arranque de las plantas porque ayuda a acortar plazos con lo cual se puede empezar a producir antes, y además permite que las plantas sean continuamente transitorias para que se vaya modulando toda la planta en función de las energías renovables, obteniendo así flexibilidad en su integración.





"SOLARIA cuenta con más de 8 GW de capacidad con puntos de conexión en Italia, Portugal y España, lo que equivale al 132% de su objetivo de 6,2 GW de 2025. Solaria es, por lo tanto, un actor muy importante para el cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima de España, para el programa RePowerEU de la Comisión Europea y para el Pacto Verde europeo"

David Redoli Morchón.

*Sociólogo y director
de Relaciones Institucionales
de Solaria*

La crisis energética, la crisis climática y la crisis económica que estamos sufriendo tienen la misma raíz: los combustibles fósiles. En consecuencia, no podemos asumir el riesgo de seguir dependiendo de ellos, ni por cuestiones medioambientales ni por razones de seguridad (de soberanía) energética. **Es una necesidad vital acometer política y empresarialmente una acelerada transición ecológica que ponga las energías renovables en el centro del tablero geopolítico.** Porque una sociedad (cualquier sociedad) sólo se puede edificar sobre un entorno que la acoja y que la sostenga, tanto económica como ambientalmente.

¿Qué podemos hacer al respecto en esta esquina del planeta? Algo muy sencillo y complicado a la vez: refundar la Unión Europea sobre las bases de las energías renovables, en general, y de la energía solar fotovoltaica, en particular.

La UE debería proponerse una ambiciosa (y para nada imposible) meta: que el 70 % de su mix energético proceda de energías renovables antes de 2030, logrando así más autonomía energética, una economía más competitiva y una mejor protección del medio ambiente, contribuyendo, adicionalmente, a la descarbonización y a la lucha contra el cambio climático.

Necesitamos, en consecuencia, forjar un nuevo proyecto de la Unión Europea basado en la energía, movilizando grandes inversiones públicas y privadas que permitan financiar este giro histórico hacia la energía solar fotovoltaica.



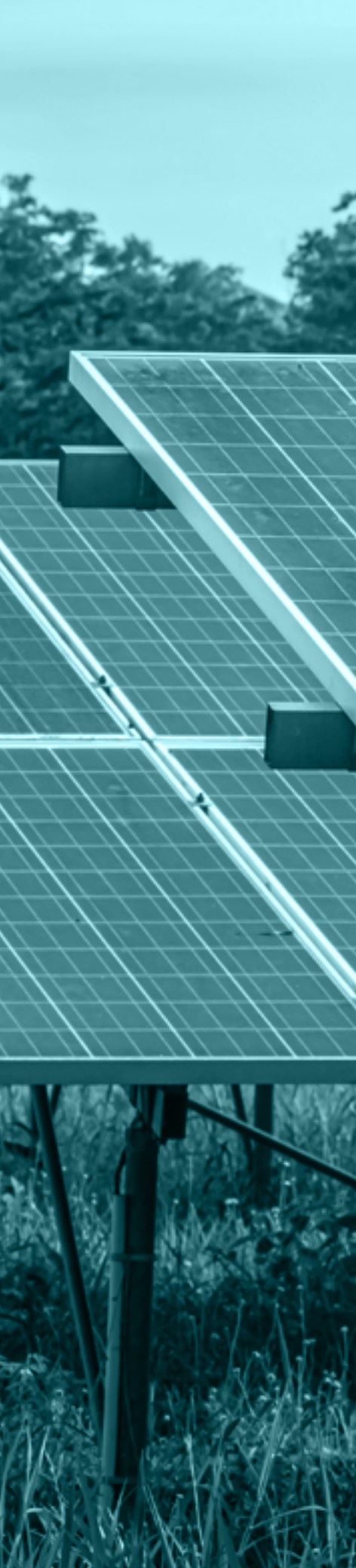
Hay varios datos, muy reveladores, sobre las enormes ventajas que trae consigo la energía solar fotovoltaica (donde más está innovando la industria).

En primer lugar, hace 15 años construir un megavatio de energía solar fotovoltaica costaba en torno a los 6 millones de euros. Hoy en día, apenas cuesta medio millón de euros erigir un megavatio solar.

En segundo lugar, la eficiencia de los paneles solares ha mejorado drásticamente en los últimos años, pasando de un promedio de casi el 15% de conversión de la luz solar en energía utilizable a una eficiencia del 26,81% con células solares de silicio (un récord mundial certificado por el Instituto Alemán de Investigación de Energía Solar Hamelin). Además, la potencia nominal de un panel solar de tamaño estándar también ha aumentado de 250W a más de 500W. En consecuencia, cada año es factible producir más energía solar en menos espacio.

En tercer lugar, hoy es posible construir una planta solar fotovoltaica de 100 megavatios en menos de 9 meses. Plantas que generan energía durante más de 30 años. Muy pocas tecnologías energéticas pueden proporcionar estos niveles de eficacia y de eficiencia, simplemente usando la radiación solar (un elemento de la naturaleza infinito y a nuestra completa disposición).

Las ventajas son enormes. Y lo son, muy especialmente, para los países de **la Europa del Sur, que cuentan con una excelente radiación solar (unas 3.000 horas de sol anuales).**



¿Dónde estaría ahora mismo situada
la principal necesidad de investigación
e innovación en el sector
de la energía solar fotovoltaica?

Sin lugar a duda, en el **desarrollo de proyectos innovadores de almacenamiento energético que se hibriden con instalaciones de generación de energía a partir de fuentes renovables**. Esto permitiría impulsar el despliegue del almacenamiento energético, contribuyendo a la transición energética y, en concreto, a proporcionar una nueva flexibilidad al sector energético, aumentando la integración de las energías renovables. Se enmarca en la componente 8 «Infraestructuras eléctricas, promoción de redes inteligentes y despliegue de la flexibilidad y el almacenamiento» del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, y, en concreto, en su inversión 1 (C8.I1), Despliegue del almacenamiento energético.

Está en nuestras manos promover un despliegue rápido y masivo de la energía solar fotovoltaica en toda Europa, para que sea nuestro principal suministro energético y, en consecuencia, la base de nuestro progreso, el progreso de sociedades más justas, más prósperas, más sostenibles, menos contaminantes y, sobre todo, más libres, más autónomas y respetuosas con el medio ambiente.

La refundación de la Unión Europea pasa por una decisión estratégica: inyectar rápidamente miles de megavatios de electricidad producida con energías renovables en la red (**incentivando las inversiones en proyectos de energías renovables y facilitando la financiación de estos**) y desplegar potentes interconexiones eléctricas paneuropeas que unan a los 27 países, pudiendo así compartir este bien tan preciado como indispensable. Hoy en día no hay muchas más opciones viables para proporcionar electricidad barata, segura, autóctona y autónoma. Abrazarlas es una exigencia ecológica y un deber intergeneracional, con el objetivo de renovar con renovables la energía de la Unión Europea. Esa, y no otra, es la auténtica y necesaria transición energética.

Encuesta a Jóvenes Empresas (Startups)

Por último, se han analizado 14 jóvenes empresas que trabajen en algunos de los campos relacionados con las energías renovables. Se les pidió una serie de datos relacionados con este ámbito de actividad. Estas startups han sido seleccionadas como ejemplo de la variedad de soluciones y tecnologías disponibles en este sector, en una amplia gama de desarrollos relacionados con las energías renovables. Con un enfoque en la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, estos startups son una muestra de cómo la innovación puede ayudar a alcanzar un futuro más sostenible.

A continuación, se muestran las startups que han participado en la encuesta

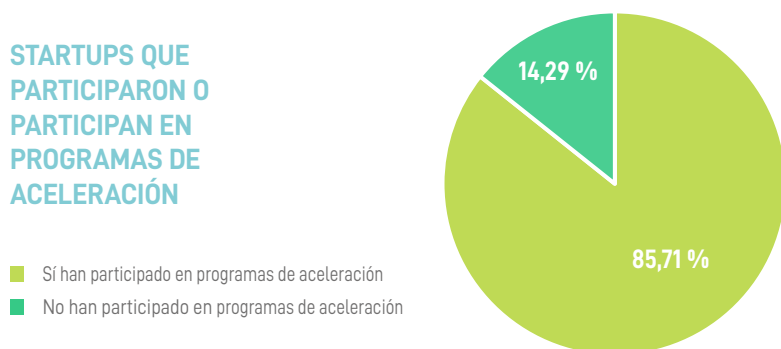
Nº	Startup	Áreas clave con relación con energías renovables
1	Arrecife Energy Systems	Diseño de equipos de generación renovable marina
2	Eolion Energía	Energía eólica
3	FlexiDAO SES	Trazabilidad y certificación horaria de electricidad
4	H2B2 Electrolysis Technologies	Sistemas de producción de hidrógeno basados en electrolisis de agua
5	Hybrid Energy Storage Solutions	Almacenamiento de energía, desarrollo de plantas híbridas, <i>smartgrids</i> , microrredes, integración del VE.
6	MUON SYSTEMS	Sistemas pasivos para la realización de mapas de densidad, similares a radiografías destinados a la industria de energía renovable
7	MyEnergyMap	Integración de energía renovables, monitorización y eficiencia energética
8	Onyx Solar Energy	Paneles fotovoltaicos
9	Solatom	Solar térmica, almacenamiento energético
10	RatedPower	Energía solar fotovoltaica
11	Thermophoton	Almacenamiento de energía termofotovoltaica
12	Veltium Smart Chargers	Sistemas de recarga de vehículos eléctricos
13	Wattabit	Monitorización, gestión y mantenimiento remoto
14	WEGAW	Hidroelectricidad, energía solar y energía eólica marina

Entre los datos solicitados sobre la actividad de la empresa, les preguntamos si participan o habían participado en algún **programa de aceleración** o similar.

Los programas de aceleración suelen ser ofrecidos por empresas, incubadoras, aceleradoras y otros organismos especializados y proporcionan una serie de beneficios a las startups, incluyendo acceso a mentores y expertos en el campo, recursos financieros y de red, así como la oportunidad de establecer conexiones y colaboraciones con otras empresas y organizaciones.

Además, los programas de aceleración también pueden ayudar a las startups a refinar su modelo de negocio, mejorar su estrategia de marketing, y desarrollar habilidades empresariales clave como el liderazgo y la gestión. Es por esto que los programas de aceleración son una herramienta popular y valiosa para las startups que buscan crecer y expandir sus negocios.

El siguiente gráfico muestra que el **85,7% de las startups optan por utilizar programas de aceleración para impulsar su crecimiento**, mientras que el 14,3% restante decidió no utilizarlos. Esto sugiere que **los programas de aceleración son altamente valorados por las startups**, y que son considerados como **una herramienta útil para ayudar a las empresas a crecer y expandirse más rápidamente**.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

Las startups de energías renovables son una parte importante para el futuro de este sector, y su **financiación** es un indicador clave de su éxito y crecimiento. Estas startups requieren capital para investigación y desarrollo, construcción de infraestructuras y comercialización de sus productos y servicios.

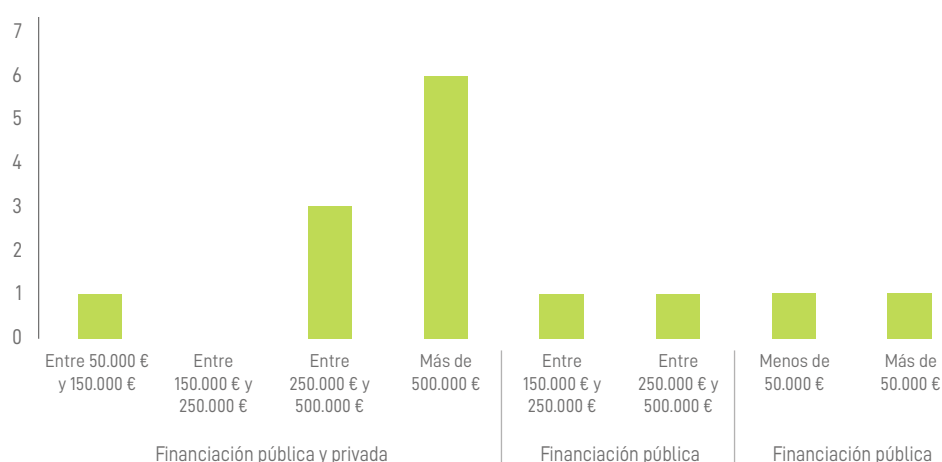
Existen dos tipos claros de financiación, la pública y la privada. La financiación pública se refiere a subvenciones de administraciones públicas, programas de aceleración pública o préstamos a bajo interés. Este tipo de financiación está muy ligado a los fondos europeos que apoyan proyectos relacionados con energías renovables y sostenibilidad, siendo el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 uno de los más relevantes. La financiación privada proviene de inversiones de capital riesgo, inversionistas privados, préstamos bancarios, clientes o rondas de inversión.

El gráfico que se presenta a continuación muestra la financiación utilizada por 14 startups de energías renovables clasificadas según sea pública, privada o ambas. Además, también muestra la cantidad de financiación movilizada por cada una de estas startups. Este gráfico visualiza la distribución de la financiación en el sector de energías renovables y cómo están impulsando su crecimiento las startups a partir de la muestra seleccionada. Se puede ver que **la mayoría de las empresas (71,43%) utiliza una combinación de financiación pública y privada**.

Entre las startups que reciben más de 500.000 euros, seis lo hacen combinando ambos tipos de financiación, mientras que sólo una ha logrado esta cifra con financiación exclusivamente privada. En cuanto a la financiación entre 250.000 y 500.000 euros, cuatro startups han recibido esta cifra, tres de ellas utilizando financiación combinada y una a partir de financiación pública. Sólo una empresa ha sido financiada con menos de 50.000 euros y ha sido mediante financiación exclusivamente privada.

Por lo tanto, se alcanza una mayor financiación al combinar financiación pública y privada y es una práctica que llevan a cabo la mayoría de las empresas a excepción de 4 en la muestra seleccionada.

STARTUPS SEGÚN EL TIPO DE FINANCIACIÓN UTILIZADA Y VALOR



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

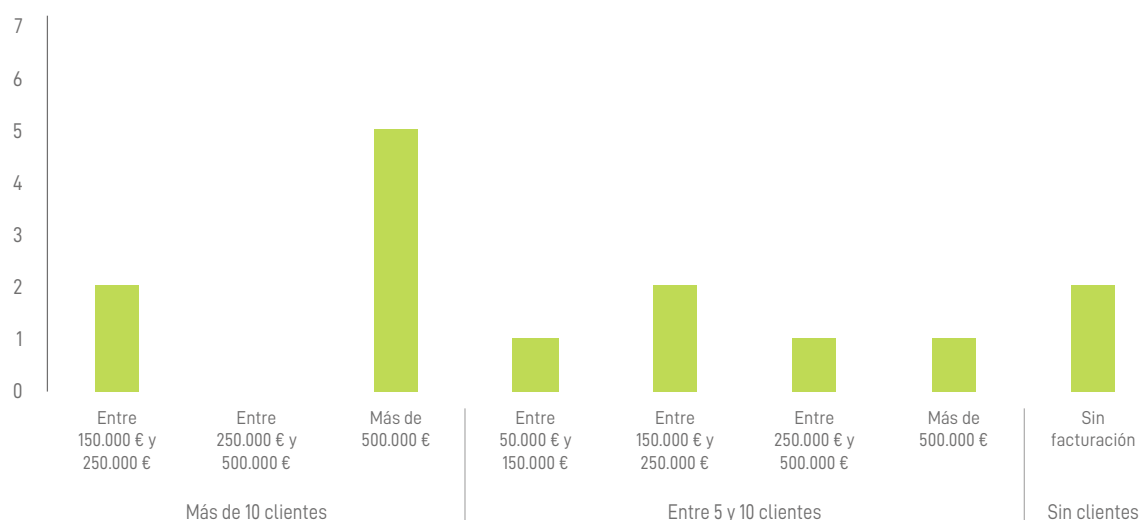
A continuación, se analiza la **relación entre el número de clientes y la facturación de las startups** seleccionadas. Esta clasificación permite determinar las startups que se encuentran en una fase más inicial con el propósito de encontrar clientes comerciales, las que están en una fase de despliegue de comercialización tras la captación de los primeros clientes y las que se encuentran en una fase de crecimiento e internacionalización.

Thermophoton y Arrecife Energy Systems se encontrarían en una fase inicial previa a la comercialización por no presentar ni facturación ni clientes, a pesar de esto son reconocidas por instituciones gracias a los premios que han recibido y a la financiación recibida que en ambos casos supera los 250.000 euros.

Entre las 7 startups en fase de comercialización existen varios rangos de facturación que tendrán que ver con el número de clientes, el tipo de producto o servicio ofertado y la rentabilidad de este. Destaca H2B2 como la empresa con una mayor facturación y Solatom con la menor facturación en este rango de clientes.

Por último, **el grupo de startups más numeroso se encuentra en una fase de crecimiento e internacionalización con una facturación de más de 500.000 euros en su mayoría.** Las empresas más relevantes de esta categoría con más de 500.000 euros de facturación son Onyx Solar Energy que ya cuenta con clientes de primer nivel, ha sido reconocida con más de 75 premios y ha movilizado más de 500.000 euros públicos. Le sigue RatedPower que ha conseguido clientes también importantes en el sector, 11 premios reconociendo su trabajo y también movilizando más de 500.000 euros. Ambas compañías están relacionadas con la energía solar.

STARTUPS POR CLIENTES Y FACTURACIÓN



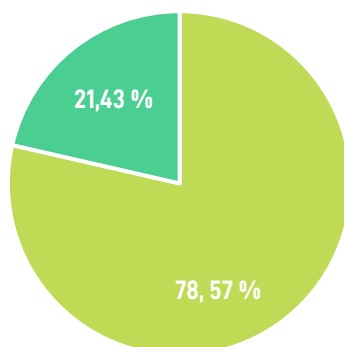
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

En el mundo empresarial, la innovación constante es clave para mantenerse relevante y competitivo. La creación de **nuevas líneas de trabajo** que se adapten a las necesidades y tendencias del mercado actual es esencial para que las startups y empresas en general sigan siendo innovadoras y competitivas. En este sentido, se ha realizado una pregunta a las 14 startups para conocer si tienen previsto crear nuevas líneas de trabajo en un futuro cercano y los temas que abordarán.

Como se observa en el siguiente gráfico la gran mayoría de las startups encuestadas, un 78,6%, tienen previsto crear nuevas líneas de trabajo a corto-medio plazo, lo que refleja un fuerte compromiso con la innovación y la adaptación al mercado.

EMPRESAS CON NUEVAS LÍNEAS DE TRABAJO A CORTO- MEDIO PLAZO

- Está investigando nuevas líneas de negocio
- No está investigando nuevas líneas de negocio



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

Entre los **temas que abordarán estas nuevas líneas**, se encuentran áreas de gran importancia para la transición hacia un modelo energético más sostenible, como las **baterías fotovoltaicas, el almacenamiento térmico en roca y las soluciones de recarga de vehículos eléctricos**. También hay una variedad de soluciones tecnológicas y de gestión empresarial, como la **digitalización de la gestión de optimización de activos renovables** y la **monitorización de hornos industriales y calderas de biomasa**. En la tabla siguiente se recogen todos los temas de interés para las 14 startups seleccionadas:

Temas de interés para nuevas líneas de trabajo

- ▶ Baterías fotovoltaicas
- ▶ Almacenamiento térmico en roca
- ▶ Huella hídrica
- ▶ Diseño avanzado y fabricación de componentes
- ▶ Monitorización de hornos industriales y calderas de biomasa
- ▶ Caracterización de materiales
- ▶ Seguridad en el transporte portuario
- ▶ Ampliar la gama de productos y aplicaciones
- ▶ Soluciones de desacople de la red de recarga de VE y la red de distribución
- ▶ Equipos de generación en corrientes marinas
- ▶ Soluciones de recarga de vehículos eléctricos
- ▶ Digitalización de la gestión de optimización de activos renovables

En conclusión, los resultados de la encuesta reflejan un compromiso generalizado de las startups encuestadas con la innovación y la adaptación al mercado, y **muestran un enfoque hacia áreas clave para la transición hacia un modelo energético más sostenible** y el desarrollo de soluciones tecnológicas y de gestión empresarial.

Una vez analizados los datos obtenidos de las 14 startups se aporta información detallada para cada una de ellas en forma de ficha:

JÓVENES EMPRESAS (STARTUP) ENCUESTADAS

Arrecife Energy Systems

Descripción:		Año de constitución: 2016
Startup vasca especializada en energía mareomotriz que ha desarrollado la tecnología de imitación del comportamiento de los arrecifes de coral para generar electricidad. Primera tecnología que obtiene energía de las olas, las corrientes de los ríos y los flujos de las mareas		
Facturación	No se ha conseguido	
Áreas clave con relación a EERR	Diseño de equipos de generación renovable marina	
Participación en programas de aceleración	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cleantech open Northeast´s Accelerator program 2017, Programa de creación de empresas con eventos sobre tecnologías limpias, mentores, programas de formación y oportunidades de conexión. ▶ Cleantech camp para compañías relacionadas con tecnologías limpias ▶ Premiado para permanecer en las instalaciones de Sosa en Israel 2018: participar en el espacio de coworking Sosa durante varios meses acelerando el proyecto empresarial. 	
Nuevas líneas de trabajo previstas	Equipos de generación en corrientes marinas	
Proyectos en curso	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EUROPEWAVE: diseño, desarrollo y demostración de sistemas convertidores de energía de las olas (WEC) rentables para la producción de energía eléctrica que puedan sobrevivir en el entorno oceánico duro e impredecible. 	
Premios o reconocimientos	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Semifinalista del Boston Masschallenge, 2017 ▶ Ganadores del Marine Technology Entrepreneurship en Boston, 2017 ▶ Finalista del MIT Water Innovation Prize, 2018 ▶ Sello de Excelencia de la Comisión Europea en el SME Instrument Phase 1 y 2, 2018 ▶ Ganadores de Sustainability Vertical en Extreme Tech Challenge, 2019 	

Eolion Energía SL

Descripción:

Año de constitución: 2018

Empresa dedicada al desarrollo e impulso de la energía eólica aportando soluciones basadas en dos ejes principales: optimización de costes y aumento en la captura de energía.

Ofrece servicios de asesoramiento y consultoría de cara a optimizar los parques eólicos existentes, así como a través de proyectos propios de I+D+I aplicando soluciones tecnológicas disruptivas, añadiendo un nuevo valor a los servicios más tradicionales.

Facturación Entre 150.000 € y 250.000 €

Áreas clave con relación a EERR

Energía eólica

Participación en programas de aceleración

- ▶ Explorer (anteriormente conocido como Yuzz, jóvenes con Ideas, del Banco Santander, en 2017)
- ▶ Programa INTERREG: Low Carbon Innovation, en 2018 y 2019
- ▶ Programa Cleantech Camp, del EIT Innoenergy
- ▶ Programa de aceleración de la Agencia Espacial Europea entre 2020 y 2022.

Nuevas líneas de trabajo previstas

Diseño avanzado y fabricación de componentes

Proyectos en curso

- ▶ Gestión y elaboración de documentación técnica
- ▶ Manuales de operación y mantenimiento de turbina
- ▶ Modelos servoaeroelásticos
- ▶ Modelos digitales
- ▶ Simulación avanzada
- ▶ Estudios de recurso
- ▶ Estudios de repotenciación
- ▶ Estudios de vida remanente

Premios o reconocimientos

- ▶ Premio Galileo Masters 2019, empresa incubada por la Agencia Espacial Europea a través del programa ESA BIC
- ▶ Premio al fomento del nombre del Municipio de Móstoles en 2022

FlexiDAO SES SL

Descripción:		Año de constitución: 2017
Empresa líder global en la fabricación y el diseño de vidrio fotovoltaico, un vidrio arquitectónico capaz de generar energía limpia y gratuita gracias al sol. Nuestro vidrio fotovoltaico forma parte de la envolvente del edificio y es capaz de convertirlos en generadores de energía renovable, además de mejorar el aislamiento y filtrar las radiaciones nocivas.		
Facturación	Más de 500.000 €	
Áreas clave con relación a EERR	Trazabilidad y certificación horaria de electricidad	
Participación en programas de aceleración	▶ No se especifica	
Nuevas líneas de trabajo previstas	No se especifica	
Proyectos en curso	▶ No se especifica	
Premios o reconocimientos	▶ EIT CHANGE AWARD, 2018	
	▶ Seal of Excellence Award, 2019	
	▶ FlexiDAO, junto con otras tres empresas neerlandesas, figura en el Global Cleantech 100 de 2021	
	▶ New Energy Challenge, 2021	
	▶ Global Cleantech 100, 2023	

H2B2 Electrolysis Technologies SL

Descripción:		Año de constitución: 2016
Empresa de tecnología que promueve, desarrolla, financia, diseña, integra, construye, opera y mantiene sistemas de producción de hidrógeno basados en la electrólisis del agua, brindando soluciones completas para la generación, compresión, almacenamiento, comercialización, estaciones de recarga y todos los demás usos del hidrógeno verde.		
Facturación	Más de 500.000 €	
Áreas clave con relación a EERR	Sistemas de producción de hidrógeno basados en electrolisis de agua	
Participación en programas de aceleración	▶ No se especifica	
Nuevas líneas de trabajo previstas	Próximamente	
Proyectos en curso	▶ Proyecto SoHyCal: consiste en la construcción, financiación y explotación de una planta de producción de hidrógeno 100% renovable con tecnología PEM y una capacidad nominal de hasta 3.000 kg/día, utilizando energía renovable procedente de una planta fotovoltaica.	
Premios o reconocimientos	▶ No	

Hybrid Energy Storage Solutions (HESStec)

Descripción:

Año de constitución: 2018

Empresa proveedora de soluciones tecnológicas, pionero en la creación de soluciones híbridas de almacenamiento de energía (HESS), optimizadas en términos económicos, gracias a la integración de varias tecnologías de almacenamiento de energía, electrónica de potencia mejorada y algoritmos de gestión de energía patentados en Plataformas de hardware y software exclusivas y flexibles.

Se enfoca en tres actividades principales:

1. Sistemas de control para optimizar y monetizar las tecnologías de almacenamiento de energía (EMS – Energy Management Systems e iNMS®)
2. Soluciones HESS llave en mano de tecnologías híbridas
3. Servicios de consultoría llave en mano basados en sus herramientas de dimensionamiento y optimización

Facturación

Más de 500.000 €

Áreas clave con relación a EERR

Almacenamiento de energía, desarrollo de plantas híbridas, smartgrids, microrredes, integración del VE.

Participación en programas de aceleración

- ▶ Starter de EDP, para conectar el poder de innovación de las startups y las pymes con nuevas oportunidades de negocio y crecimiento.
- ▶ Energía Positiva - Acciona, Red Eléctrica e Iberdrola
- ▶ Re-Light (Programa Life) para incrementar la eficiencia de los recursos, demostrando la alta capacidad de una solución de almacenamiento con baterías provenientes de coches eléctricos después del final de su primera vida, cuyo destino actual sería el residuo.
- ▶ RES+ implementación en una planta renovable una amplia gama de servicios avanzados de red que mejoran la estabilidad del sistema, provistos por un sistema de almacenamiento híbrido

Nuevas líneas de trabajo previstas

Desarrollo de soluciones de desacople de la red de recarga de VE y la red de distribución.

Proyectos en curso

- ▶ Re-Light (Programa Life) para incrementar la eficiencia de los recursos, demostrando la alta capacidad de una solución de almacenamiento con baterías provenientes de coches eléctricos después del final de su primera vida, cuyo destino actual sería el residuo.
- ▶ RES+ implementación en una planta renovable una amplia gama de servicios avanzados de red que mejoran la estabilidad del sistema, provistos por un sistema de almacenamiento híbrido

Premios o reconocimientos

- ▶ No

MUON SYSTEMS

Descripción:

Año de constitución: 2015

Empresa dedicada al desarrollo y fabricación de herramientas necesarias para explotar la radiación muónica como fuente de radiación en la tomografía de grandes estructuras tanto industriales como naturales.

Han desarrollado tecnología innovadora para la caracterización no invasiva de grandes estructuras y sistemas de alta densidad mediante radiación muónica procedente de las capas altas de la atmósfera. Su aplicación es inocua, segura y limpia.

Facturación

Entre 150.000 € y 250.000 €

Áreas clave con relación a EERR

Sistemas pasivos para la realización de mapas de densidad, similares a radiografías destinados a la industria de energía renovable

Participación en programas de aceleración

- ▶ Fondo de emprendedores de la Fundación Repsol (2016-2018), aceleradora que busca aportar soluciones tecnológicas para afrontar los retos de la Transición Energética.

Nuevas líneas de trabajo previstas

- Monitorización de hornos industriales y calderas de biomasa
- Caracterización de materiales
- Seguridad en el transporte portuario

Proyectos en curso

- ▶ Proyecto Bioenergy del programa Misiones Ciencia e Innovación 2022 del CDTI

Premios o reconocimientos

- ▶ Ganadores del Reto Sidenor, como ganador del reto lanzado a través del programa Bizkaia Open Future, 2018.
- ▶ Proyecto mejor valorado en la categoría Fabricación y Materiales del programa "nuevas empresas de base tecnológica", 2016

MYENERGYMAP

Descripción:

Año de constitución: 2014

MYENERGYMAP se dedica al desarrollo de soluciones para la mejora continua del desempeño energético y productivo de las industrias. Estas soluciones se basan en un software en nube desarrollado por MYENERGYMAP y la implantación de una red IoT de medidores de cualquier recurso energético y/o de producción, así como de los elementos necesarios para la comunicación y envío de estos datos al software en nube.

Facturación Entre 150.000 € y 250.000 €

Áreas clave con relación a EERR Integración de energía renovables, monitorización y eficiencia energética

Participación en programas de aceleración

- ▶ Low carbon incubator program del Climate Kic 2014
- ▶ Seleccionada por Lanzadera 2021

Nuevas líneas de trabajo previstas Huella hídrica

Proyectos en curso ▶ No se especifica

Premios o reconocimientos ▶ Solución ganadora con más de 12 reconocimientos nacionales y europeos. Revista Emprendedores, INJUVE y Climate Kic entre otros. (2014)

Onyx Solar Energy S.L.

Descripción:

Año de constitución: 2009

Empresa líder global en la fabricación y el diseño de vidrio fotovoltaico, un vidrio arquitectónico capaz de generar energía limpia y gratuita gracias al sol. Nuestro vidrio fotovoltaico forma parte de la envolvente del edificio y es capaz de convertirlos en generadores de energía renovable, además de mejorar el aislamiento y filtrar las radiaciones nocivas.

Facturación Entre 150.000 € y 250.000 €

Áreas clave con relación a EERR Paneles fotovoltaicos

Participación en programas de aceleración

- ▶ Proyecto de aceleración Sustain-T, una iniciativa de la Comisión Europea que tiene como objetivo apoyar el desarrollo de startups sostenibles en Europa
- ▶ Programa EDP Starter, una iniciativa de la compañía energética portuguesa EDP que tiene como objetivo apoyar el desarrollo de nuevas empresas en el sector de la energía
- ▶ Programa Acelera PYME, una iniciativa del gobierno español que tiene como objetivo apoyar el crecimiento y la innovación de las pequeñas y medianas empresas en España

Nuevas líneas de trabajo previstas Ampliación de la gama de productos y aplicaciones.

Proyectos en curso ▶ Confidencial

Premios o reconocimientos

- ▶ Onyx Solar ha sido reconocida en más de 75 ocasiones a través de numerosos premios internacionales, algunos más actuales son:
- ▶ Mission Innovation Champion of the European
- ▶ Best Performance in Renewable Energy: Photovoltaic Ventilated Façade - Ener-Agen Awards 2019 of Energy EnerAgen (Association of Spanish Agencies of Energy Management).
- ▶ Global Leading Company in Building-Integrated Photovoltaics - M&A Today Global Awards 2020

RatedPower

Descripción:

Año de constitución: 2017

Empresa dedicada a la planificación, diseño y optimización del proceso de ingeniería de plantas fotovoltaicas, de extremo a extremo, para maximizar la rentabilidad.

pvDesign es el software construido por RatedPower para automatizar y optimizar el estudio, análisis, diseño e ingeniería de plantas fotovoltaicas en todas sus etapas. Acelere los procesos de diseño e ingeniería de proyectos solares a gran escala para reducir los costes de construcción de plantas fotovoltaicas.

Facturación Más de 500.000 €

Áreas clave con relación a EERR

Energía solar fotovoltaica

Participación en programas de aceleración

- ▶ EDP Starter Acceleration Program
- ▶ Programa Free Electrons, Conecta startups con las principales empresas de energía del mundo
- ▶ European Institute of Innovation and Technology (EIT)
- ▶ Climate KIC Accelerator
- ▶ Catalyst 2022
- ▶ Techstars, Elemental Excelerator

Nuevas líneas de trabajo previstas

Integración con la empresa matriz Enverus

Proyectos en curso

- ▶ En febrero de 2023 RatedPower publicará un informe con las tendencias renovables que dominarán el panorama energético en 2023. Está elaborado con la opinión de expertos del sector y de datos extraídos del software propio de diseño de plantas fotovoltaicas (pvDesign).
- ▶ LCOE Calculator, una herramienta que permite obtener una estimación rápida y sólida del coste nivelado de la energía de una planta fotovoltaica a gran escala.

Premios o reconocimientos

- ▶ Santander X Global Award en la categoría de Scale-up (ganadores) 2020
- ▶ Consorcio en el marco de Misiones de I+D en Inteligencia Artificial 2021 (enmarcado en la agenda España Digital 2025, Gobierno de España)
- ▶ Los 3 fundadores fueron nombrados entre "Los 100 españoles más creativos en los negocios" por Forbes.
- ▶ EIT Awards en la categoría Woman Leadership en 2021
- ▶ Premio Fermina Orduña 2021

Solatom

Descripción:

Año de constitución: 2014

Solatom desarrolla calderas solares para la generación de calor en forma de vapor, agua caliente presurizada y aceite térmico para aplicaciones industriales.

Ofrece a las industrias una alternativa viable a los proyectos solares tradicionales produciendo módulos solares preensamblados, que al unirse forman la planta solar. Estos módulos son transportables, por lo que pueden ser contruidos totalmente en fábrica en lugar de construirse in-situ como en los diseños tradicionales.

Facturación

Entre 50.000 € y 150.000 €

Áreas clave con relación a EERR

Solar térmica, almacenamiento energético

Participación en programas de aceleración

- ▶ Lanzadera, para apoyar a Solatom en el desarrollo de nuevos procesos de fabricación
- ▶ StartUPV, programa de incubación y aceleración de startups creadas por estudiantes y egresados de la UPV.
- ▶ Climate KIC Accelerator 2018
- ▶ Katapult accelerator (Noruega) 2018, acelera el crecimiento de las nuevas empresas tecnológicas al brindar capacitación, experiencia técnica o financiamiento

Nuevas líneas de trabajo previstas

Almacenamiento térmico en roca

Proyectos en curso

- ▶ Heineken Valencia, montando el proyecto solar más grande para generación de vapor en España. Heineken utilizará ese vapor para reducir sus emisiones en la caldera de gas

Premios o reconocimientos

- ▶ Startup Europe Award 2017, en la categoría Clima - España
- ▶ Fast Track UK 2019-2020, en la categoría Energía
- ▶ Solar impulse 2020
- ▶ Premios IDEAS UPV 2022

THERMOPHOTON

Descripción:

Año de constitución: 2011

Empresa que desarrolla una innovadora tecnología de almacenamiento de energía Power-to-Heat-to-Power para descarbonizar los sectores del calor y la electricidad. La misión de THERMOPHOTON es permitir un futuro 100% renovable y lograr una transición asequible a la energía limpia.

Facturación

No ha conseguido facturación hasta el momento

Áreas clave con relación a EERR

Almacenamiento de energía termofotovoltaica

Participación en programas de aceleración

- ▶ European Innovation Council Transition to Innovation 2021, para llevar tecnologías innovadoras del laboratorio al mundo real. La startup se presenta con el Proyecto Thermobat en el reto 'Energy harvesting and storage technologies'.
- ▶ EIT Climate-KIC Market Uptake Programme 2022 tiene como objetivo mejorar las carteras de innovación de Europa.

Nuevas líneas de trabajo previstas

Fabricación de baterías termofotovoltaicas

Proyectos en curso

- ▶ ThermoBat, proyecto que desarrollará la primera batería termofotovoltaica de calor

Premios o reconocimientos

- ▶ Premio radar de la Innovación Europea en la categoría Kick Starter 2022

Veltium Smart Chargers

Descripción:

Año de constitución: 2016

Empresa especializada en el desarrollo, fabricación y comercialización de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, de fácil instalación, al alcance de todo el mundo

Facturación Más de 500.000 €

Áreas clave con relación a EERR **Sistemas de recarga de vehículos eléctricos**

Participación en programas de aceleración ► BIND4.0 en el año 2019, plataforma de innovación abierta de la industria vasca

Nuevas líneas de trabajo previstas Soluciones innovadoras para la recarga de vehículos eléctricos

Proyectos en curso ► Proyecto ARIES (Automoción Reciclable, Inteligente, Eléctrica y Sostenible) del Perte VEC

Premios o reconocimientos ► No

Wattabit

Descripción:

Año de constitución: 2013

Wattabit ofrece soluciones de software para la gestión energética de activos en múltiples ubicaciones que, mediante la digitalización de datos de multitud de dispositivos, permite visibilizar todos los consumos y costes energéticos en la plataforma W-Manager. Esta plataforma dispone de funciones como análisis de datos, alarmas automáticas y creación de informes, que facilitan la toma de decisiones y son esenciales para verificar en tiempo real los ahorros generados.

Facturación Entre 150.000 € y 250.000 €

Áreas clave con relación a EERR **Monitorización, gestión y mantenimiento remoto**

Participación en programas de aceleración ► EDP Acceleration Program 2018, con el objetivo de impulsar el desarrollo de nuevos productos y soluciones energéticas, orientadas a garantizar un desarrollo sostenible común.

Nuevas líneas de trabajo previstas No se especifica

Proyectos en curso ► Plataforma monitorización centralizada de carteras de instalaciones fotovoltaicas heterogéneas, ofreciendo funcionalidades de gestión de la producción y del mantenimiento
► Plataforma de gestión de Comunidades Energéticas y Autoconsumo Compartido

Premios o reconocimientos ► Finalista de la primera edición del concurso "Innovation in Company" para la categoría PropTech, 2020
► Aparición en el BuildTech Map Spain, 2021

WEGAW

Descripción:

Año de constitución: 2019

Empresa especializada en el desarrollo de la tecnología del futuro energético sostenible. Gracias al poder de los datos por satélite, ayudan a empresas de todo el mundo a optimizar la producción de energía limpia. Ayudan a empresas energéticas a optimizar sus desequilibrios de energía renovable, aumentar su eficiencia comercial y reducir la dependencia de los combustibles fósiles mediante el seguimiento de fuentes de energía renovables como el agua y la nieve.

Facturación

Entre 250.000 € y 500.000 €

Áreas clave con relación a EERR

Hidroelectricidad, energía solar y energía eólica marina

Participación en programas de aceleración

- ▶ Masschallenge 2016, es la red global para innovadores que trabajan para resolver desafíos masivos que ofrece programas de aceleración
- ▶ Katapult Climate Fund 2021, combina 90 días de intensos talleres, redes y sesiones de aprendizaje con inversiones de entre 150 000 y 500 000 euros

Nuevas líneas de trabajo previstas

Digitalización de la gestión de optimización de activos renovables

Proyectos en curso

- ▶ DeFROST for Hydro: El objetivo del servicio es proporcionar un producto rentable y de alta precisión del Snow Water Equivalent que pueda utilizarse para la optimización hidroeléctrica a corto/largo plazo.

Premios o reconocimientos

- ▶ SET 100 List - Top 100 Energy Start-ups, 2022

Anexo I: Tabla de palabras clave relacionadas con las energías renovables

Esta tabla muestra las palabras clave que se han utilizado en las búsquedas para identificar tanto los proyectos de I+D+I en la base de datos del SICTI (Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación), como para obtener las tendencias en desarrollo de la investigación e innovación en energías renovables a nivel internacional y nacional a partir de la plataforma Linknovate (señaladas en negrita).

Palabras clave por área principal de las Energías Renovables

ÁREAS PRINCIPALES	PALABRAS CLAVE POR ÁREA		
General	Energía renovable Energías renovables	Energía alternativa Energía verde	Energías verdes Recurso renovable
Energía Eólica	Turbina eólica Central eólica	Aerogenerador Vertical	Eólica Tecnología “offshore”
Energía Solar	Energía solar Fotovoltaica Sol	Silicio Células fotovoltaicas Instalaciones solares	Sistema solar Célula solar Colector solar
Hidrógeno	Hidrógeno Pilas de intercambio de iones Celdas de combustible	Pila de combustible Almacenamiento de hidrógeno	Membrana de intercambio de protones Membrana
Tecnologías De Almacenamiento	Litio Baterías Almacenamiento Convertidor Celdas de combustible	Inversor Ion de litio Célula de litio	Energía portátil Acumulador Recargable
Biomasa	Biomasa Materia orgánica Biorrefinería Biorresiduo Biocombustibles Residuos orgánicos Residuos forestales	Residuos agrícolas Residuos industriales Gas de biomasa Pellets de biomasa Briquetas de biomasa Bioetanol	Biodiésel Biogás Digestión anaerobia Algas Microalgas Microorganismos
Energía Marina	Undimotriz Olas	Mar Aguas profundas	Marea Energía marina
Energía Hidráulica	Energía hidráulica Presa	Bombeo Turbinado	Bombeado Embalses
Energía Geotérmica	Energía geotérmica	Tierra	Interior
Mejora de Procesos	Gestión de la energía Consumo energético Redes inteligentes Comunidades energéticas	Inteligentes Mejora Eficiencia Energía limpia	Sistemas energéticos inteligentes Redes eléctricas avanzadas Hibridación Big data energía
Otros Desarrollos	Herramientas analíticas Energía Ambiental	Eficiencia energética	Recuperación de calor

Anexo II: Expertas y expertos en sociología medioambiental



**Manuela Caballero
Guisado**

- Profesora Contratada Doctora, Área de Sociología. Universidad de Extremadura.
- Presidenta del Comité 21 (Sociología y Medio Ambiente).
Federación Española de Sociología (FES).

Sus líneas de investigación están relacionadas con medio ambiente son: políticas energéticas relacionadas con el uso de la energía nuclear, actitudes y valores-proambientales sus conexiones y transferencias intergeneracionales y educación y cambio climático.



Celia Díaz Catalán

- Profesora Titular de Sociología. Universidad Complutense Madrid.

Investigadora del grupo Cibernomasaguas. Dirige la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2022 de FECYT y el Informe de tendencias de la investigación e innovación españolas: Investigación e Innovación en el ámbito de las energías renovables y respuesta de la sociedad ante el cambio climático.



**Josep Ernest García
García**

- Profesor emérito en Sociología. Universidad de Valencia.

Es autor de Ecología e igualdad: Hacia una relectura de la teoría sociológica en un planeta que se ha quedado pequeño.



Iván López

- Profesor titular de Sociología. Universidad de Zaragoza.

Está especializado en los métodos y técnicas de investigación social, investigado ante todo los conflictos socio-ambientales.



Ana Teresa López Pastor

- Profesora Titular de Sociología y Coordinadora del Laboratorio de Transiciones Responsables. Universidad de Valladolid (Segovia)

Trabaja en cooperación con diversos agentes sociales (en medio ambiente y salud), implementando, a nivel local, el enfoque ONE HEALTH.



Emilio Luque Pulgar

- Profesor titular de Medio Ambiente y Sociedad. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Investiga y hace transferencia sobre cambio climático en las áreas de la arquitectura, la Administración pública y la alimentación.



Cristina Monge Lasiera

- Politóloga y doctora por la Universidad de Zaragoza, donde imparte clases de sociología.

Áreas de investigación: la sostenibilidad, la calidad democrática, y en especial la gobernanza para la transición ecológica.



Guadalupe Ortiz Noguera

- Profesora Titular de Sociología. Directora del grupo de investigación Población, Medio Ambiente y Sociedad, secretaria del Instituto del Agua y las Ciencias Ambientales y subdirectora del Observatorio Socioeconómico de Inundaciones y Sequías. Universidad de Alicante.

Actualmente investiga sobre vulnerabilidad social y capacidades adaptativas frente a riesgos asociados al cambio climático, con especial atención al caso de los desastres por inundación.

Expertas y expertos en el ámbito de las energías renovables: comunidad científica



Ángel Arcos Vargas

- Profesor Titular.
Universidad de Sevilla.

Participa como Responsable de Comunidades locales energéticas para un sistema descarbonizado y modelos, herramientas y escenarios hacia un Sistema eléctrico libre de carbono.



Raquel Iglesias Esteban

- Responsable de la Unidad de Procesos Biotecnológicos y Biorrefinerías para la obtención de Biocarburantes y Bioproductos desde biomasa residual.
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

La unidad participa en proyectos europeos y nacionales estudiando pretratamientos, procesos enzimáticos, fermentaciones y digestiones anaerobias para la producción de etanol y biometano como biocarburantes y otros bioquímicos como el ácido láctico para la producción de bioplásticos. Además, desarrolla asistencias técnicas con empresas del sector de las energías renovables.



María Covadonga Pevida García

- Investigadora científica.
Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR – CSIC).

Lidera el Grupo de Procesos Energéticos y Reducción de Emisiones.

Sus intereses de investigación actuales se centran en la utilización de la biomasa para obtener energía y productos de valor añadido. En particular, la producción de H₂ a partir de biorrecursos renovables y el desarrollo de procesos y materiales de adsorción para la separación de gases (por ejemplo, la captura de CO₂).



Antonio Chica Lara

- Científico Titular.
Instituto de Tecnología Química (ITQ-UPV-CSIC)

Su trabajo incluye el estudio y desarrollo de nuevos catalizadores aplicados a la isomerización tanto de parafinas ligeras como de cadena larga, eliminación de compuestos de azufre de carburantes y producción de hidrógeno.

Es coordinador científico-técnico de la Plataforma Temática Interdisciplinar de Transición Energética Sostenible (PTI-TRANSENER) del CSIC.



Emilio Palomares Gil

- Director y Profesor investigador.
Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ).

Síntesis de materiales y moléculas con propiedades ópticas y eléctricas, así como en la caracterización de reacciones de transferencia de carga interfacial en dispositivos completos.

Reacciones de transferencia de carga interfacial frente a la eficiencia de dispositivos en células solares para alimentar pilas de combustible electroquímicas para la producción de H₂ a partir de electrólisis de agua o amoníaco y reducción de CO₂.



Nieves Vela Barrionuevo

- Directora de la División de Energías Renovables.
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

Desarrolla actividades de I+D en el ámbito de Solar Fotovoltaica, Eólica, Eficiencia Energética en la Edificación, Biocarburantes y Bioproductos.

Expertas y expertos en el ámbito de las energías renovables: empresas



Javier Aríztegui Cortijo

- Gerente de disciplina Transición Energética & Movilidad. Repsol Technology Lab.

Investigación en productos vinculados a la transición energética y la movilidad: electrificación, energías renovables, nuevos servicios energéticos y combustibles y lubricantes bajos en carbono.



Rosario Rodríguez Pardo

- Jefa Departamento de Transición Energética. Centro de Investigación de Cepsa.

Investigación en nuevos modelos de producción basados en la economía circular y sostenibilidad para producir biocombustibles avanzados, e-fueles y productos químicos circulares.



David Redoli Morchón

- Director de Relaciones Institucionales. Solaria Energía y Medio Ambiente.

Sociólogo, Máster en Ciencia Política por la Universidad de Georgetown (Estados Unidos), ex director del Gabinete de la Presidencia del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y director de Relaciones Institucionales de Solaria.



Peter Sweatman

- Presidente. Climate Strategy & Partners.

Más de 30 años trabajando en financiación y cambio climático. Su empresa trabaja con gobiernos, empresas líderes y ONGs sobre la transición energética y la financiación de proyectos de renovables y de eficiencia energética.

Empresas participantes en la encuesta a startups relacionadas con las energías renovables

Arrecife Energy Systems

Arrecife Systems convierte el potencial energético del mar en electricidad mediante una innovadora tecnología de turbinas de aprovechamiento de las olas.

Eolion Energía SL

Eolion Energía es una StartUp centrada en el desarrollo de tecnologías renovables para la producción de electricidad y optimización en función del recurso, adaptándonos a la mejor solución desde el punto de vista técnico y económico, persiguiendo el menor coste de energía.

FlexiDAO SES SL

Flexidao es una empresa que ha desarrollado un software que ayuda a las empresas a alcanzar cero emisiones netas al rastrear de dónde proviene su electricidad y su verdadero CO2 ,consumo de electricidad totalmente descarbonizado y basado en datos, cada hora del día y todos los días del año".

H2B2 Electrolysis Technologies SL

H2B2 es una empresa de base tecnológica que promueve, desarrolla, financia, diseña, integra, construye, opera y mantiene sistemas basados en electrolizadores para la producción de hidrógeno a partir de agua y electricidad.

Hybrid Energy Storage Solutions (HESStec)

Hybrid Energy Storage Solutions Ltd. (HESStec) es una empresa que ofrece soluciones tecnológicas, pionero en la creación de soluciones híbridas de almacenamiento de energía (HES) gracias a la integración de varias tecnologías de almacenamiento de energía, electrónica de potencia mejorada y algoritmos de gestión de energía.

Muon Systems

Muon Systems es una empresa tecnológica cuyo objetivo es proporcionar un servicio de tomografía usando radiación muónica para la exploración no invasiva del interior de equipos industriales, terrenos o grandes estructuras.

MyEnergyMap SL

MyEnergyMap es una empresa tecnológica, especializada en monitorización y control de consumos para el sector industrial a través de una solución en cloud para la mejora continua de la eficiencia energética en las organizaciones.

Onyx Solar Energy S.L.

Onyx Solar es el líder global en vidrio fotovoltaico para edificios. Un vidrio transparente capaz de generar electricidad, filtrar al mismo tiempo el 99% de las radiaciones solares nocivas, y mejorar la eficiencia energética del edificio gracias a sus propiedades aislantes, todo ello sin comprometer el diseño.

Rated Power

RatedPower desarrolla pvDesign, una aplicación web para realizar el diseño y la ingeniería de plantas de energía solar fotovoltaica a gran escala. Un método más rápido, automatizado, preciso y fiable que la ingeniería tradicional.

SOLATOM

SOLATOM es una empresa tecnológica que desarrolla sistemas solares para generar calor de alta temperatura en procesos industriales como la fermentación, pasteurización, secado, tintado, cocinado, escaldado, etc. Ofrece a las industrias una alternativa viable a los proyectos solares tradicionales produciendo módulos solares pre-ensamblados, que al unirse forman la planta solar

Thermophoton

THERMOPHOTON es una empresa que desarrolla una innovadora tecnología de almacenamiento de energía Power-to-Heat-to-Power para descarbonizar los sectores del calor y la electricidad. Un innovador dispositivo TPV que permite convertir la incandescencia en electricidad de forma eficiente.

Veltium Smart Chargers

Veltium es una empresa especializada en el desarrollo, fabricación y comercialización de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, de fácil instalación, al alcance de todo el mundo.

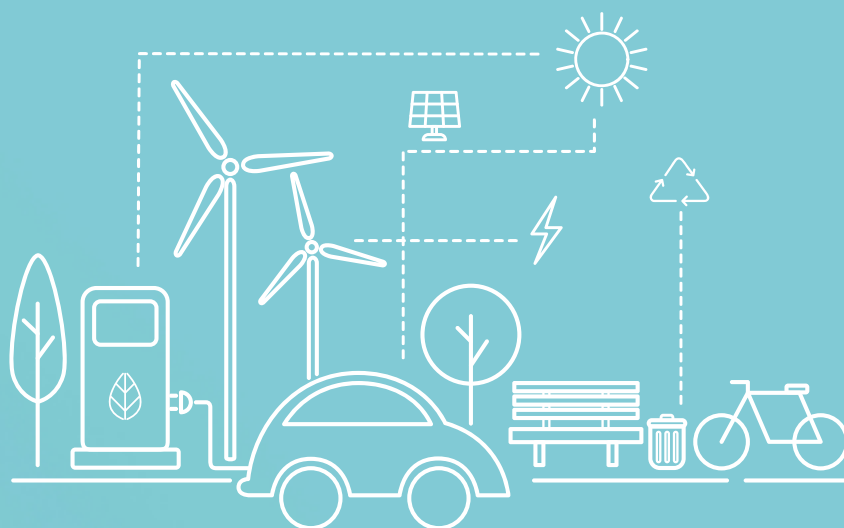
Wattabit

Wattabit es una empresa que engloba funcionalidades para la monitorización, análisis y gestión inteligente de la eficiencia energética en edificios, industria e infraestructuras.

La plataforma integra la monitorización de instalaciones fotovoltaicas, baterías o cualquier dispositivo que permita maximizar la producción.

WEGAW

Wegaw combina datos por satélite con machine learning para monitorizar variables medioambientales clave para la producción de energías renovables. A través de monitorización de variables como agua, nieve u oleaje.



ENERGÍAS RENOVABLES: INQUIETUDES SOCIALES Y NUEVOS DESARROLLOS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS

Un desafío transdisciplinar

INFORME TENDENCIAS

2023



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

