

BOLETÍN DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

TDI Nº2 T3 2022

TECNOLOGÍAS PARA LA DESCARBONIZACIÓN INDUSTRIAL



El Boletín de Vigilancia Tecnológica sobre Tecnologías para la Descarbonización Industrial es una publicación trimestral de la Escuela de Organización Industrial desarrollada en colaboración con CTIC Centro Tecnológico. Este Boletín pretende ofrecer una visión general de las tecnologías para la descarbonización industrial.

Esta publicación forma parte de una colección de Boletines temáticos de Vigilancia Tecnológica, a través de los cuales se busca acercar a la pyme información especializada y actualizada sobre sectores industriales estratégicos. Los Boletines seleccionan, analizan y difunden información obtenida de fuentes nacionales e internacionales, con objeto de dar a conocer los principales aspectos del estado del arte de la materia en cuestión, así como otras informaciones relevantes de la actualidad en cada uno de los campos objeto de Vigilancia Tecnológica.

Índice

_05	Captura, almacenamiento y utilización de carbono (CCUS)
_11	Actualidad
_16	Tendencias tecnológicas
_23	Agenda
_30	<i>Just in Time</i>
_34	Cierre



— 01

Estado del Arte

Estado del arte acerca de las tendencias y novedades en el campo de las tecnologías para la descarbonización industrial.

Captura, almacenamiento y utilización de carbono (CCUS)

Emisiones de gases de efecto invernadero. Contexto nacional y europeo

Los gases de efecto invernadero (GEI) son los responsables del calentamiento global del planeta. Su capacidad de absorber y emitir radiación dentro del espectro infrarrojo y, por tanto, de retener calor es la causa principal del efecto invernadero. Los principales GEI son: el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los clorofluorocarbonos (CFC), el vapor de agua (H_2O) y el ozono (O_3). Dentro de las diversas causas o fuentes que generan estos gases, en su mayor parte, las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso a la atmósfera son el resultado de actividades antropogénicas como el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural), la deforestación, la erosión del suelo y la crianza animal. El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), afirma que estas actividades del ser humano (medidas en concentraciones de GEI) han influido inequívocamente en el calentamiento de la atmósfera, los océanos y los suelos. Un calentamiento que ha ido incrementándose de forma progresiva a lo largo de las cuatro últimas décadas y se estima que los GEI han podido contribuir a este calentamiento global en un rango de 1,0 °C a 2,0 °C.

A fin de mitigar esta acuciante crisis medioambiental, la CE ha puesto en marcha el Pacto Verde (Green Deal) con el objetivo de convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutro en 2050, o lo que es lo mismo, sin emisiones netas de GEI.

Para cumplir este objetivo, la Unión Europea se ha marcado el hito de reducir las emisiones de GEI en un 55% para 2030, como muestra la Figura 1.

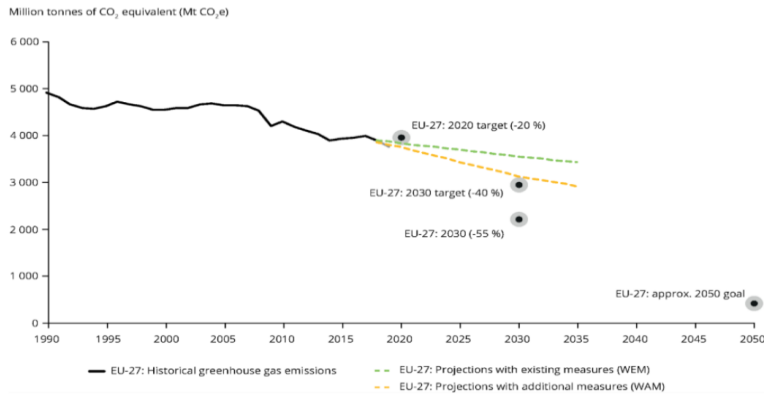


Figura 1. Objetivos, tendencias de GEI y proyecciones de la UE 1990-2050

A nivel nacional, la estrategia de descarbonización española está completamente alineada con los objetivos europeos a fin de conseguir esta ambiciosa reducción de GEI. Es necesario conocer las fuentes que generan las emisiones existentes, de tal manera que sea posible definir medidas de intervención sobre las mismas. Según datos de España de 2021 proporcionados por el MITECO (Figura 2), el subsector de actividad con más peso en el total de emisiones de GEI es el transporte (29,3 %), seguido de la industria (20,7 %, incluyendo las emisiones de combustión y las de proceso).

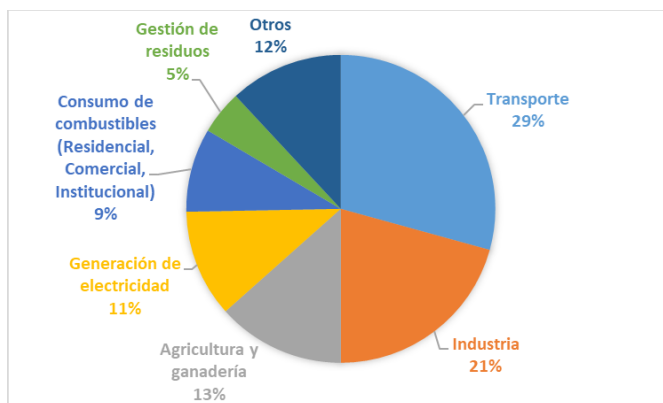


Figura 2. Porcentaje de emisiones de GEI por subsector de actividad en España, 2021

Reducción de gases de efecto invernadero en la industria

Considerando que la industria es el segundo subsector que más contribuye a las emisiones de GEI a la atmósfera, invertir en el desarrollo y la implementación de tecnologías que promuevan la descarbonización de la misma se convierte en un factor crítico para afrontar el problema.

Una de las principales tecnologías enfocadas a esta misión es la captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés, Carbon Capture and Storage). CCS es el proceso de captura de CO₂ de fuentes puntuales (como son los gases de combustión y efluentes procedentes de procesos industriales) antes de que llegue a la atmósfera, su transporte y almacenamiento a largo plazo. En la Figura 3, se pueden apreciar los diferentes pasos que involucra el proceso de captura y almacenamiento de carbono: el CO₂ de una fuente puntual (en este caso, una planta de generación de electricidad) pasa por una planta de captura y separación (en algunos casos con



Figura 3. Representación gráfica del proceso de captura y almacenamiento de CO₂. Fuente: Sustainability Today, Green City Times.

membranas; en otros, con disolventes) donde se separa del resto de componentes de los gases y efluentes, se comprime, se transporta (la manera más económica es a través de una tubería) y se inyecta en lugares de almacenamiento geológico; este paso final también se denomina secuestro del carbono.

El almacenamiento de CO₂ a gran escala es, por supuesto, una solución que requiere un coste. Las inversiones relacionadas han sido más bien limitadas, debido a la ausencia de incentivos regulatorios que cubran la instalación de infraestructuras adecuadas para la captura de CO₂ y su almacenamiento a largo plazo, que también acarrea problemas legales como la responsabilidad sobre posibles fugas y complejidades jurisdiccionales relacionadas con el uso del subsuelo.

Otra tecnología similar a la CCS para la reducción de GEI es la captura y utilización de carbono (CCU, por sus siglas en inglés, Carbon Capture and Utilisation). El proceso de CCU difiere del de CCS en el que el CO₂ capturado es utilizado para un fin diferente al almacenamiento: es convertido en materiales útiles para otros fines, como biocombustibles, plásticos, etc. a la vez que se mantiene la neutralidad en carbono de estos procesos de conversión.

Nos podemos encontrar con la referencia a estas dos tecnologías como un mismo concepto bajo el término CCUS (por sus siglas en inglés).

El escalado de tecnologías de CCUS no es una materia sencilla y su rentabilidad depende, en parte, de lo que cuesta emitir CO₂ a la atmósfera. Por tanto, el empleo de CO₂ capturado de la industria para fabricar productos útiles podría convertir a la CCU en económicamente viable.

El CCUS necesita que, a corto y medio plazo, se cumplan las siguientes condiciones para poder convertirse en tecnologías competitivas para proyectos comerciales: (1) que los costes de captura de CO₂ se abaraten, (2) que los marcos regulatorios proporcionen incentivos que incluyan los costes de tecnologías CCUS y (3) que la tecnología y la innovación hagan del CO₂ un compuesto valioso como punto de partida para otros productos, bien nuevos o ya existentes.

Sin embargo, uno de los mayores retos de la tecnología de CCU es que el dióxido de carbono es una molécula muy inerte, es decir, es difícil hacerla reaccionar con otras para formar nuevos compuestos. Algunas aplicaciones de la utilización del CO₂ capturado están en fase de pilotaje y otras en fase de desarrollo experimental (Figura 4). Entre las tres aplicaciones que destacan por su potencial de generar beneficios a la vez que reducen emisiones se encuentran: la producción de combustibles, el enriquecimiento del cemento y la generación de energía. Se estima que la reducción anual de GEI gracias al uso de CO₂, principalmente a través de estas tres aplicaciones, pueda alcanzar el billón de toneladas métricas en 2030, en comparación con un escenario en el que estas tecnologías no se desarrollen rápidamente.

Applications for captured CO₂ cover a wide range of materials.

Technical potential of CCUS in 2030, metric megatons of CO₂ per year¹

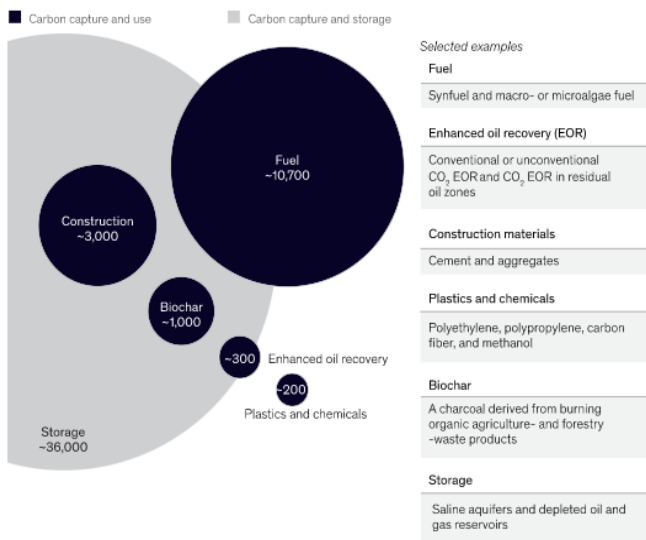


Figura 4: Gráfica detallando las aplicaciones de CO₂ capturado. Fuente: McKinsey.

¹CCUS = carbon capture, use, and storage. Excludes small amounts of CO₂ used for other applications, such as decaffeination, dry ice, food and beverages, fire extinguishers, and greenhouses.

Respecto CCUS en la industria

El almacenamiento de CO₂ ha llegado a probarse en plantas pilotos a escala de megavatio (MW). El primer ejemplo comercial de esta tecnología fue la **central térmica de Schwarze Pumpe** (Alemania) que, desde el 2008, operó una planta piloto de producción de energía con tecnología de captura y almacenamiento de CO₂ integrada. La central capturaba unas 75.000 toneladas CO₂/año, pero la empresa responsable, Vattenfall, dejó de investigar en CCS en 2014 debido a que los costes y la energía que requería el proceso hacían que la tecnología fuera inviable.

Un ejemplo reciente es la instalación de **CCS Quest** en Canadá, puesta en marcha en 2015 por Shell, Chevron y Marathon Oil y que, en menos de cuatro años, ha conseguido el hito de haber capturado y almacenado más de 4 millones de toneladas de CO₂ del proceso de transformación de asfalto a crudo sintético. El CO₂ se transporta en una tubería de 65 kilómetros de largo y se almacena a dos kilómetros de profundidad en unas formaciones rocosas dedicadas a ello.

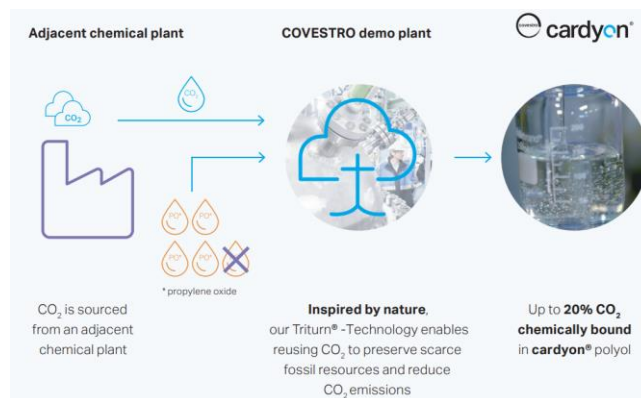
El proyecto **Northern Lights**, una colaboración entre importantes empresas petroleras como Equinor, Shell y Total, es un ejemplo de la ambición de un país como Noruega de desarrollar a gran escala toda la cadena de valor de la tecnología CCS antes de 2024 y almacenar CO₂ debajo del mar (offshore).

Se está planteando que el proyecto tenga una capacidad de 1,5 millones de CO₂ al año, capturado de las emisiones de zonas industriales, transportado en estado líquido y almacenado a 2.500 metros de profundidad en el Mar del Norte.

En cuanto a ejemplos de CCU a gran escala, destaca la tecnología de CO₂ desarrollada por Covestro (antiguamente Bayer Material Sciences) de uso de CO₂ para producir un aglutinante para suelos deportivos y para la producción de espumas de poliuretano para la industria automovilística.

Esta tecnología de CCU consigue incorporar CO₂ capturado para fabricar el polímero **cardyon®** reemplazando un 20% del material empleado habitualmente, óxido de propileno (Figura 5).

Figura 5: Proceso de CCU desarrollado por Covestro. Fuente: Covestro CO₂ brochure.



Otro ejemplo de la tecnología CCU es el uso de CO₂ supercrítico en lugar de vapor de agua para operar la turbina de una central eléctrica. Recientemente, en agosto de 2022, [Sandia National Laboratories](#) consiguió producir 10 kW de electricidad, por primera vez mediante este sistema, para la red eléctrica de las Fuerzas Aéreas de Sandia-Kirtland en EEUU. Uno de los principales retos de esta aplicación de la CCU reside en la actualización y adecuación de los equipos para poder trabajar con CO₂ supercrítico en lugar de vapor de agua. El objetivo del Sandia National Laboratories es demostrar la producción de 1 MW gracias a esta tecnología en el tercer trimestre de 2024.

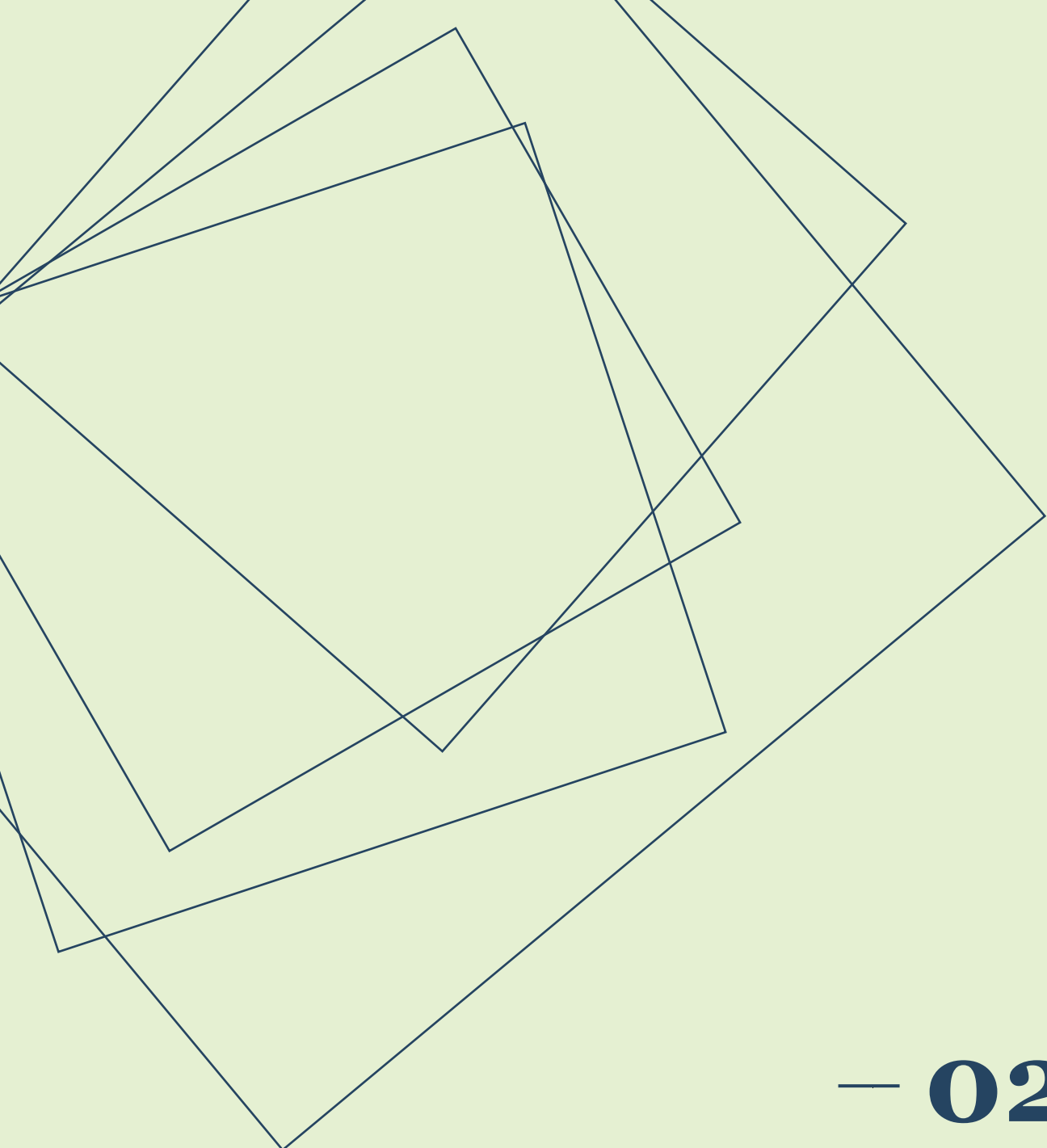
Impacto de la tecnología CCUS

Como hemos visto, CCUS es una importante tecnología de reducción de emisiones que puede ser aplicada en el sector industrial usando las salidas de gases de centrales térmicas y otras instalaciones industriales como fuente de CO₂.

Algunos estudios sugieren que la tecnología CCUS podría pasar de disminuir 50 millones de toneladas (Mt) de CO₂ al año en este momento, principalmente de la recuperación de petróleo y la carbonatación de bebidas, a 500 Mt al año en 2030. La incorporación de CO₂ a otras aplicaciones de impacto como la producción de cemento y de diferentes combustibles está más cerca que otras como la captura directa del aire (DAC, por sus siglas en inglés, Direct Air Capture, en la que el CO₂ es capturado directamente de la atmósfera) y la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés, Bioenergy with Carbon Capture and Storage) que podrían suponer emisiones negativas de CO₂, pero sus costes y escalado son todavía difíciles de estimar.

Las principales barreras a superar para la adopción de tecnologías CCUS están relacionadas con: (1) la captura, (2) el transporte y (3) el almacenamiento de CO₂. (1) La pureza de CO₂ en la fuente de captura determina el coste de este proceso; hay procesos como la síntesis de etanol cuyas emisiones son más puras y la captura de CO₂ cuesta entre \$25-30/tonelada y otros procesos como la fabricación de acero o cemento en los que la captura de CO₂ de sus emisiones puede oscilar entre \$60-150/tonelada. (2) El transporte de CO₂ y su escalado es un punto débil en la cadena de valor, puesto que todavía no existe una amplia infraestructura de tuberías, sobre todo, fuera de EEUU. (3) Como hemos comentado anteriormente, el almacenamiento de CO₂ a largo plazo (300-500 años) supone un coste, por lo que atrae poco interés de inversión e innovación sin la existencia de incentivos que fomenten su adopción.

Cabe destacar que la estimación de 500 Mt/año de CO₂ capturado gracias a la tecnología CCUS en 2030 se corresponde con tan sólo un 1,2% de las emisiones anuales actuales, por tanto, además de poner en marcha el entorno regulatorio adecuado necesario para la instalación de esta tecnología, es imprescindible seguir trabajando en medidas de reducción de emisiones en primera instancia.



— 02

Actualidad

Recopilación de las noticias más relevantes de la actualidad nacional e internacional en materia de descarbonización industrial.

06/07/2022

Shell comenzará a construir la planta de hidrógeno renovable más grande de Europa

Holland Hydrogen I, será la planta de hidrógeno renovable más grande de Europa una vez que esté operativa en 2025. Así lo ha anunciado la compañía.

La planta se construirá en el puerto de Rotterdam. El electrolizador de 200 MW será el más potente instalado por Shell y está previsto que sea capaz de producir hasta 60.000 kilos de hidrógeno al día cuando esté a pleno rendimiento. Además, será hidrógeno verde, generado a partir de fuentes de energía renovable.

Se descarbonizará así, parcialmente, la producción de productos energéticos de la instalación como gasolina, diesel y combustible para aviones. Además, desde la compañía se anuncia que el suministro de hidrógeno renovable también podrá dirigirse a ayudar a descarbonizar el transporte comercial por carretera enfocándose principalmente a los camiones de hidrógeno de gran tonelaje que ya se están presentando desde diferentes marcas como Volvo, Hyundai o Toyota.

Fuente: [Decarbonisation Technology](#)

06/07/2022

BBVA invertirá junto a Fifth Wall en tecnologías que descarbonicen el sector de la construcción e inmobiliario

A través del fondo Fifth Wall Climate, BBVA invertirá en compañías que busquen soluciones de descarbonización en el sector de la construcción y el inmobiliario.

Toda la cadena de valor de la construcción, que incluye materiales (extracción, producción, transporte); construcción (logística, suministros, proveedores, instaladores); operación (mantenimiento de edificios, eficiencia, consumos de agua y electricidad); hasta el final de la vida útil de las edificaciones (demolición, reciclado, procesado de residuos) tiene grandes posibilidades de reducir la huella de carbono en sus procesos o de aprovechar las ventajas de la economía circular.

Además de obtener una rentabilidad, BBVA pretende anticiparse y conocer de primera mano las tecnologías más disruptivas para hacer frente al calentamiento global y que llevarán consigo necesidades financieras adicionales.

Las emisiones de dióxido de carbono de dicho sector representan el 40% del total a nivel mundial.

Fuente: [BBVA](#)

01/08/2022

Repsol avanza en la construcción de la primera planta de biocombustibles avanzados de España

Las obras comprenden 4 grandes áreas. Tres de ellas se corresponden con la unidad de producción de hidrógeno, el área de depósitos para el almacenamiento de los biocombustibles y la unidad de hidrotratamiento.

El proyecto con una inversión de 200 millones de euros permitirá fabricar 250 toneladas de combustibles renovables al año. A partir de residuos como el aceite de cocina usado, podrán usarse en coches, camiones, barcos o aviones sin necesidad de modificar los motores actuales y consiguiendo evitar la emisión de 900.000 toneladas de CO₂ al año.

Fuente: [Retema](#)

04/08/2022

Inicio de la captura de carbono con algas marinas

El proyecto "Seaweed Carbon Solutions" tiene como objetivo desarrollar tecnología y métodos que permitan la captura de millones de toneladas de CO₂ a través del cultivo de algas marinas. Se trata de algas sujetas a boyas que flotan en la superficie del mar. Las instalaciones se establecerán en zonas con excelentes condiciones naturales para el cultivo de algas. A través de la fotosíntesis, las algas marinas utilizarán la luz solar, crecerán y capturarán carbono de la atmósfera. Es exactamente el mismo proceso que los árboles y otras plantas usan en la tierra.

Se pretende demostrar una tecnología escalable con el potencial de permitir la captura de carbono a escala industrial.

Los socios del proyecto esperan que el cultivo de algas marinas haga una contribución significativa al clima porque es un método eficiente para capturar carbono y tiene un gran potencial de ampliación.

Fuente: [Descarbonisation Technology](#)

La Comisión Europea selecciona a cuatro empresas españolas para desarrollar proyectos de hidrógeno

"IPCEI Hy2Tech" es el importante proyecto de interés común europeo aprobado por la Comisión para apoyar la investigación y la innovación, así como el despliegue industrial, en la cadena de valor de la tecnología del hidrógeno.

35 empresas han sido seleccionadas para desarrollar 41 proyectos relacionados con toda la cadena de valor de la tecnología del hidrógeno, incluyendo la generación de hidrógeno, pilas de combustible, almacenamiento, transporte y distribución de hidrógeno, y aplicaciones de usuario final, en particular en el sector de la movilidad.



Figura 6: Listado de empresas seleccionadas "IPCEI Hy2Tech" por la Comisión Europea.

SENER ha sido seleccionada por su proyecto para la fabricación tecnológica y desarrollo de electrolizadores de última generación. Incluye la fábrica de electrolizadores, así como proyectos de I+D en colaboración con centros tecnológicos europeos y españoles, e iniciativas en el corredor vasco del hidrógeno. Nordex, H2B2 e Iveco completan el listado de empresas seleccionadas.

Fuente: [CE](#)

01/09/2022

Empresas punteras se adhieren a la Alianza global para la Descarbonización de la Industria

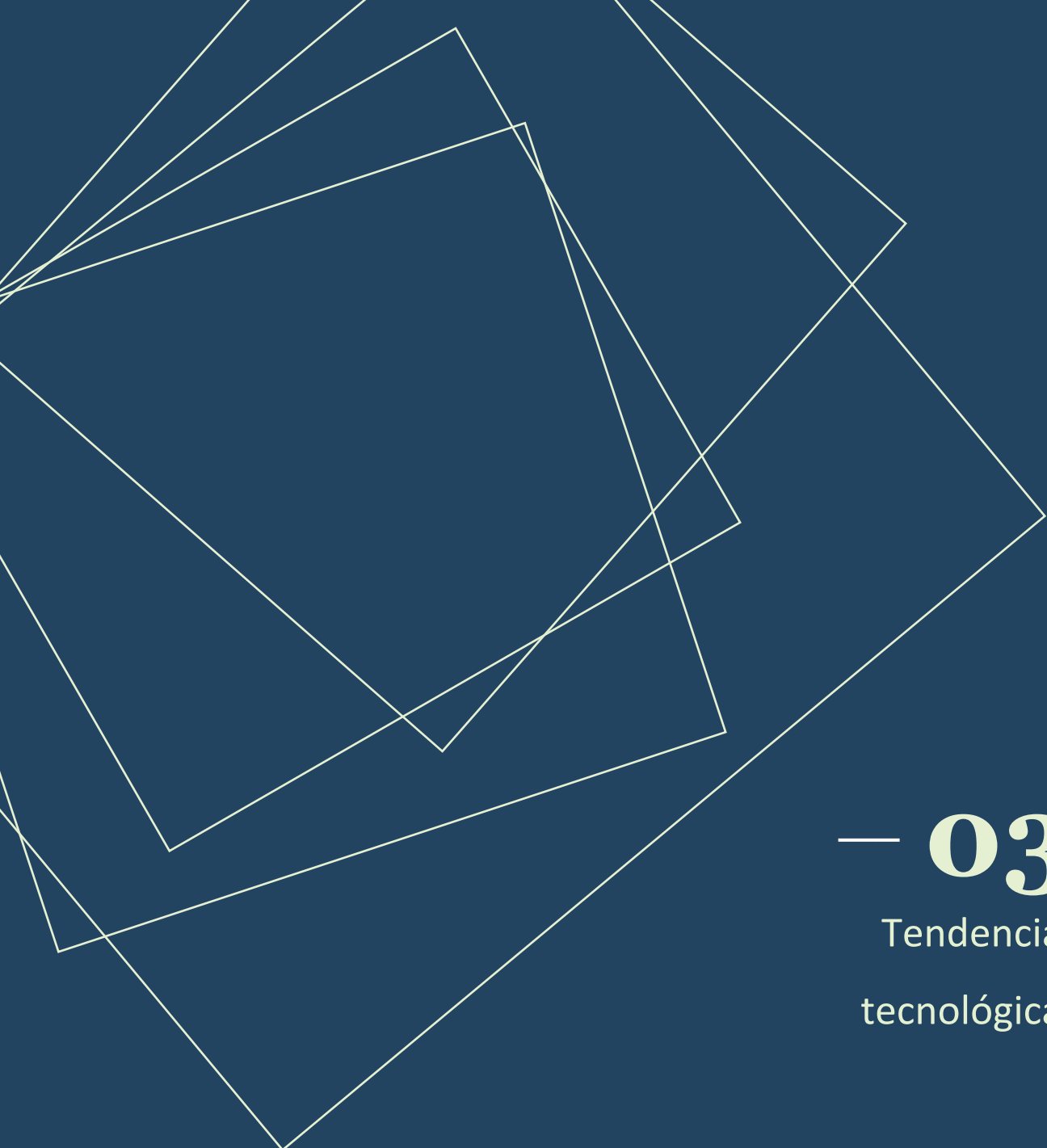
IRENA, La Agencia Internacional de Energías Renovables, el socio co-fundador Siemens Energy y 13 empresas de todos los sectores industriales han lanzado la Alianza global para la Descarbonización de la Industria.

Acelerar los objetivos netos cero específicos de cada país más rápido y la descarbonización de las cadenas de valor industriales en la búsqueda de los objetivos climáticos del Acuerdo de París, forman parte de los principales objetivos de esta Alianza. También se destaca la importancia de la colaboración en el desarrollo de estrategias y el intercambio de mejores prácticas para reducir las emisiones de la industria. Aproximadamente el 25 % del PIB mundial lo produce el sector industrial, que también emite alrededor del 28 % de las emisiones de GEI.

Socio cofundador Siemens Energy, Enel Green Power, TAQA Arabia, Eni, Technip Energies, EDF Renewables, JSW, Tata Steel, Sable Chemicals, Tatanga Energy, Roland Berger, Repsol, Equinor y TAQA.

Fuente: [Retema](#)

La membresía de Alliance for Industry Decarbonization está abierta a empresas públicas y privadas y partes interesadas que operan en sectores intensivos en energía que tienen la ambición de descarbonizar sus actividades a lo largo de sus cadenas de valor y empresas que tienen conocimiento y experiencia en el despliegue de tecnologías de transición energética.



— 03

Tendencias tecnológicas

Nuevas patentes, prototipos y resultados de investigación.

Nº de Publicación: AU2022200040A1
Fecha: 28/07/2022

Método e instalación de tratamiento de gases de combustión

Una fuente importante de gases de combustión que contienen CO₂ a alta temperatura son los procesos e instalaciones de combustión, es decir, los hornos. Además de calor, estos procesos de combustión producen un gas de combustión. Los gases de combustión suelen ser una mezcla de ingredientes cuya composición depende de los parámetros del proceso de combustión, como el tipo de combustible, el tipo de oxidante, la estequiometría de la combustión, la temperatura, etc. Para poder llevar a cabo la etapa de captura de carbono del proceso CCUS se requiere la purificación del CO₂ de los gases de combustión.

De este modo, la presente patente define un método para el tratamiento de los gases de combustión que contienen CO₂ a alta temperatura en el contexto de la utilización y/o el almacenamiento (o secuestro) de carbono (CCUS). Para ello se define una serie de procesos de enfriado a diferentes temperaturas necesarias para eliminar las impurezas de los gases de combustión, de modo que en el último paso el CO₂ resultante tiene el grado de pureza requerida para su uso o almacenamiento.

Número de publicación: EP4048429A1
Fecha: 31/08/2022

Sistemas y métodos para la reutilización integrada de CO₂ mediante compresión de vapor

Las plantas de biofermentación suelen generar CO₂ como subproducto metabólico de la fermentación, además del bioproducto primario. En algunos casos, este CO₂ se captura y se utiliza, pero con la misma frecuencia se expulsa a la atmósfera como producto de desecho. Se están desarrollando procesos para convertir este dióxido de carbono en una variedad de productos químicos, muchos de los cuales requieren la recuperación y el refinamiento de los productos finales a través de la destilación. La energía de proceso consumida en la destilación de bioproductos constituye a menudo la mayor demanda de energía de proceso, así como la mayor fuente de emisiones de dióxido de carbono resultante del calor suministrado por la combustión.

En esta patente se desarrollan sistemas y métodos para optimizar la energía de proceso necesaria para la conversión de dióxido de carbono en productos bioquímicos mediante la compresión de vapor, reutilizando así el calor que típicamente se pierde.

Número de publicación: EP4040095A2
Fecha: 10/08/2022

Método y sistema para la producción de gas natural licuado (GNL) descarbonizado

La licuefacción del gas natural es un proceso que requiere una gran cantidad de energía, principalmente para accionar los compresores necesarios para apoyar el proceso de licuefacción. En el caso de las plantas de licuefacción de gas natural se pueden conseguir mayores reducciones de las emisiones de CO₂ mediante la mejora de la eficiencia, recuperando el calor de los gases de combustión a alta temperatura y utilizándolo de forma beneficiosa.

De este modo, esta [patente](#) propone una integración de un sistema de licuefacción de gas natural, un sistema de producción de hidrógeno y un sistema de generación de energía para aumentar la captura de CO₂ y mejorar la eficiencia general de la planta. El flujo final predominantemente de metano se envía al sistema de producción de hidrógeno, que produce hidrógeno y CO₂. Así, el CO₂ puede ser capturado o utilizado de forma beneficiosa y al menos una parte del hidrógeno producido se utiliza para alimentar las turbinas de gas en la generación de energía que, a su vez, proporciona energía para el compresor de refrigeración del sistema de licuefacción de gas natural, ya sea en forma de trabajo mecánico o de electricidad.

Número de publicación: EP4036456A1
Fecha: 03/08/2022

Sistema de almacenamiento de hidrógeno

El almacenamiento de hidrógeno es un paso clave en la descarbonización de las tecnologías de combustibles fósiles mediante energías renovables. Anteriormente se han considerado diversos métodos de almacenamiento, como el gas presurizado, la licuefacción de hidrógeno y la absorción en materiales sólidos.

La presente [patente](#) define un sistema de almacenamiento de hidrógeno basado en hidruros metálicos, ya que muchos metales y aleaciones son capaces de absorber reversiblemente cantidades significativas de hidrógeno, por lo que se puede alcanzar una alta densidad volumétrica. Se trata de un sistema de almacenamiento de hidrógeno compacto, seguro y fácil de usar y mantener; es rentable de producir y operar y puede ser fácilmente implementado en un sistema de generación y consumo de hidrógeno.

Resultados de investigación

Recolectar, almacenar y convertir el carbono del océano para crear una nueva economía del carbono: desafíos y oportunidades

Vibbert HB and Park A-HA (2022) Harvesting, storing, and converting carbon from the ocean to create a new carbon economy: Challenges and opportunities. *Front. Energy Res.* 10:999307. doi: 10.3389/fenrg.2022.999307

El artículo aborda la necesidad de desarrollar tecnologías CCUS basadas en los océanos, que puedan mejorar el almacenamiento de carbono dado que los océanos constituyen el sumidero natural más grande de CO₂. Incide en la necesidad de un desarrollo tecnológico innovador de los sistemas en el despliegue de estas soluciones de gestión del carbono basados en los océanos.

Retos y perspectivas de la descarbonización de la economía en la era de la IA

Vorozheykina TM (2022) Desafíos y perspectivas de la descarbonización de la economía en la era de la IA. *Frente. Reinar. ciencia* 10:952821. doi: 10.3389/fenvs.2022.952821

El propósito del artículo es revelar las características de la descarbonización de la economía en la era de la inteligencia artificial, teniendo en cuenta los desafíos del desarrollo de energías “limpias” y las perspectivas de reducción de emisiones de carbono utilizando robots, Big Data, IoT e IA. Por tanto, el artículo utiliza una interpretación amplia de la era de la IA, que no se limita solo a la IA y cubre todo el conjunto de innovaciones tecnológicas disruptivas (subversivas) de la Industria 4.0, en particular, robots, Big Data y análisis de datos, así como Internet de las Cosas (IoT).

Los resultados de la investigación hablan de un aumento de las emisiones de carbono y una reducción en la proporción de energía “limpia” a medida que se desarrolla la robótica por un lado y, por otro el apoyo a la descarbonización de la economía basada en Big Data, IoT e IA.

En el camino hacia el transporte sostenible: Aceptación y preferencias para la infraestructura de producción de combustibles renovables

Linzenich A, Engelmann L, Arning K, Becker T, Wolff M, Walther G y Ziefle M (2022) En el camino hacia el transporte sostenible: Aceptación y preferencias para la infraestructura de producción de combustibles renovables. *Frente. Res. de energía* 10:989553. doi: 10.3389/fenrg.2022.989553

El artículo ofrece una descripción general de las tres etapas de una red de producción de combustibles renovables: recursos potenciales, producción de combustibles renovables y distribución de estos combustibles a las regiones de demanda. Los hallazgos generales tienen una fuerte implicación para las recomendaciones de políticas tanto en implicaciones prácticas como de gestión para los planificadores de políticas.

Bio-FlexGen

El desarrollo de una planta de coproducción de calor y electricidad manteniendo un acceso a la energía eficiente y seguro es el objeto de desarrollo del [proyecto de investigación europeo Bio-FlexGen](#) que surge de la última convocatoria para la investigación e innovación Pacto Verde Europeo, del programa de investigación europeo Horizonte 2020.

Bio-FlexGen (Integración altamente eficiente y flexible de la biomasa y el hidrógeno renovable para la generación combinada de calor y electricidad de bajo coste al sistema energético). Se inició en 2021 y finalizará en 2024 durante este periodo de 4 años se desarrollará una planta única de producción combinada de calor y electricidad (CHP, por las siglas en inglés de Combined heat and power) con 25 megavatios de capacidad.

En este proyecto de innovación la biomasa y el hidrógeno verde son sus dos protagonistas. La biomasa se utilizará para generar electricidad a través de residuos no alimentarios como los agrícolas y forestales. Mientras que el Hidrógeno verde se obtendrá mediante electrólisis a partir de la biomasa y la electricidad procedente de la propia planta de Bio-FlexGen. También a partir de energía solar y eólica que se integrarán en el

sistema para complementar las fuentes de energía renovables.

Dos obstáculos han caracterizado tradicionalmente a las energías renovables: su intermitencia y el problema de almacenamiento

Bio-FlexGen soluciona estos obstáculos: en cualquier momento en que se necesite energía, habrá hidrógeno verde disponible de forma inmediata; gracias a la biomasa sostenible, se puede producir calor y electricidad de forma rentable; y, aprovechando la producción de hidrógeno a partir de biomasa cuando haya una baja demanda de calor, como en verano.

14 socios de 5 países de la UE (España, Finlandia, Suecia, Alemania y Hungría) trabajan en el proyecto Bio-FlexGen, entre los que hay centros de investigación y universidades, proveedores privados de tecnología (pymes o grandes empresas) y expertos en evaluación de impacto, difusión y políticas.



Bio-FlexGen

PilotSTRATEGY

La investigación del almacenamiento geológico del CO₂ para apoyar el desarrollo de la captura y almacenamiento del carbono (CAC) a gran escala en regiones industriales del sur y del este de Europa, el principal foco de investigación del proyecto PilotSTRATEGY.

Los acuíferos salinos profundos de la cuenca del Ebro, de la cuenca de París y de la cuenca lusitana son los escenarios de investigación, así como en Macedonia Occidental y regiones de Polonia.



Figura 7: regiones de proyecto.

La viabilidad de las regiones industrializadas dependerá en gran medida de las posibilidades de captura y almacenamiento de carbono en las próximas décadas.

PilotSTRATEGY está financiado por el programa Horizonte 2020 en el que participan un total de 16 socios de siete países europeos como se puede ver en la Figura 7.



E-PowerPack

Los esfuerzos de la industria naval para conseguir la descarbonización del transporte marítimo dan sus frutos con la tecnología [E-PowerPack](#) presentada por Alfa Laval. Esta tecnología puede generar electricidad a partir de muchas fuentes diferentes de calor a bordo, como el calor residual de los gases de escape, que constituye el 50% de la energía proveniente del combustible quemado, y líquidos a baja temperatura como el agua de las camisas del motor.

Las flotas pueden usar el E-PowerPack para reducir su consumo de combustible, sus emisiones y sus costes, sin importar con qué combustibles operan hoy en día. En aquellas embarcaciones que cuenten con un exceso de vapor tras decantarse por un combustible bajo en azufre, se transformará este exceso en una fuente de energía gratuita.

Road4Hydrogen

El proyecto [Road4Hydrogen](#) tiene como objetivo desarrollar un entorno virtual de la cadena de valor del hidrógeno mediante la integración de modelos energéticos de equipos de electrólisis (PEM/Alcalino) y pilas de combustible (PEM) en una plataforma software que permita su digitalización energética. Igualmente se pretende digitalizar un entorno real de cadena de valor de hidrógeno, que permita monitorizar y controlar equipos de generación y consumo de H₂ desde una plataforma común.

Este proyecto del Instituto Tecnológico de la Energía está cofinanciado por IVACE y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) con expediente IMDEEA/2022/36.



El objetivo de este [proyecto SIGEN2H2](#) es la investigación y diseño de un proceso de generación de hidrógeno circular y renovable a partir de residuos difícilmente aprovechables, que acaban en vertedero, mediante técnicas de gasificación, con apoyo en análisis mediante técnicas de optimización basadas en el modelado y simulación en su parte de generación de H₂. Este proyecto se enmarca en la convocatoria del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo destinada a Agrupaciones Empresariales Innovadoras con el objetivo de mejorar la competitividad de las pymes en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, número de expediente AEI-010500-2021b-209.



— **04**
Agenda

Congresos, ayudas, modificaciones normativas y otros hitos relevantes del calendario del sector industrial en materia de descarbonización industrial

¿Qué ha ocurrido?

Cumbre Internacional de Energía 2022

Munich, 27-28/09/2022

IPS es un evento internacional dirigido a altos ejecutivos de todos los sectores de generación de energía y energía, incluidos los tomadores de decisiones clave en adquisiciones, desarrollo de plantas, mantenimiento, gestión técnica, de activos, gestión de proyectos y desarrollo internacional.

Se tratan con expertos, los problemas actuales que configuran el mercado de generación de energía en la actualidad:

- Profundizando en los modelos de energía como servicio para la nueva revolución energética.
- Digitalización y análisis avanzado en la generación de energía, lo que permite mejorar la producción y aumentar los ingresos.
- Aprovechar las nuevas tecnologías en energía eólica, solar e hidráulica para minimizar las emisiones de carbono de la generación de energía con combustibles fósiles.
- Aplicación de inteligencia artificial y aprendizaje automático para permitir la predicción de fallas y el mantenimiento dinámico de plantas de energía.

XVIII Congreso Anual de Cogeneración

Madrid, 04/10/2022

El Congreso Anual de Cogeneración organizado por ACOGEN y COGEN España se ha celebrado este año bajo el lema Cogeneración, inversión eficiente para liderar la descarbonización industrial.

La descarbonización eficiente para una industria competitiva y La visión de los reguladores, han sido temas protagonistas en las mesas redondas organizadas. Por su parte, los talleres se han organizado en torno a los siguientes contenidos: Nuevos Combustibles; Nuevas Oportunidades Tecnológicas y Digitalización y Nuevos Escenarios Energéticos.

Próximamente

Tomorrow. Mobility 2022

Barcelona y en línea, 15-17/11/2022

Descarbonización, transporte público y movilidad aérea urbana serán los principales temas de debate en el [Tomorrow. Mobility 2022](#).

Representantes de empresas, gobiernos e instituciones se darán cita en Barcelona, en total 80 expertos internacionales.

**TOMORROW.
MOBILITY**
WORLD CONGRESS

Enlit Europe

Frankfurt, 29-11/1-12/2022

[Foro](#) que aborda todos los aspectos de la transición energética de Europa.

Se organizan una serie de eventos donde los profesionales de la energía de todo el mundo se reúnen para colaborar e innovar en torno a la energía.

Enlit Europe

29 de noviembre - 1 de diciembre de 2022
Frankfurt, Alemania

Cleantech Forum Europe

Bruselas, 8-10/11/2022

[Cleantech Forum Europe](#) se dirige a inversores, empresas, expertos en tecnologías limpias de todo el mundo...

Un evento pensado para construir red en torno a empresas y líderes en innovación sostenible.

CLEANTECHFORUM EUROPE

Foro de Energías Renovables

Montpellier, 7-8/12/2022

[Evento](#) anual dedicado a los profesionales de los sectores de energías renovables.

Se trata de un evento clave que lleva 15 años proporcionando soluciones medioambientales para territorios, ciudades e industrias.

Un evento para descubrir la actualidad del sector, las últimas innovaciones, proyectos para el futuro.

Próximamente

Congreso Energy Revolution

Valencia, 22/11/2022

Cómo liderar la revolución energética desde la industria, el comportamiento de los mercados, los nuevos modelos de negocio en renovables y las claves financieras serán algunos de los temas a tratar en la II edición del [Congreso Energy Revolution](#) en el auditorio Santiago Grisolia del Museo de las Ciencias Príncipe Felipe.

Dirigido a profesionales de toda la cadena de valor del sector energético; administración pública nacional, regional y local; inversores privados; entidades de financiación; propietarios de plantas industriales...



KEY ENERGY

THE RENEWABLE ENERGY EXPO

Key Energy

The Renewable Energy Expo

Rimini (Italia), 8-11/11/2022

Dos de las áreas temáticas que se desarrollarán en [Key Energy](#) son:

- Las Tecnologías y proyectos para la producción y almacenamiento de Hidrógeno (uno de los protagonistas de la transición energética) por primera vez con un área temática completa dedicada dentro de KEY.
- Eficiencia y almacenamiento energético en la industria y la edificación, con tecnologías y servicios a disposición de las empresas para optimizar su consumo energético y reducir su huella de carbono.

Webinar gratuito AETP 2022. Almacenamiento energético: Tecnologías y proyectos

14/11/2022 09:30

Cita imprescindible para aquellos profesionales que quieren conocer de primera mano las últimas novedades del mercado y los proyectos en desarrollo en España y Europa. Empresas y centros de investigación punteros participarán el 14 de noviembre en un [evento online](#) que en su última edición contó con la asistencia virtual de casi 600 personas.

Plan Más Seguridad Energética (+SE)

Aprobado por el Consejo de Ministros el [Plan Más Seguridad Energética \(+SE\)](#) que adopta medidas de eficiencia y ahorro, fomenta las energías renovables y refuerza la capacidad industrial.

El Plan +SE incluye 73 medidas de seguridad energética agrupadas en torno a seis grandes objetivos:

- ahorro y eficiencia
- transformación del sistema energético
- ampliación de la protección a los ciudadanos, especialmente los vulnerables
- medidas fiscales
- transformación de la industria gracias a las energías renovables o el hidrógeno
- solidaridad con el resto de los países europeos

El Plan +SE parte de un análisis de la coyuntura energética en España y en la UE.

En el ámbito del ahorro y la eficiencia las pymes contarán con **apoyo del ICO** para implantar renovables y medidas de ahorro.

El Plan da un nuevo impulso a los tejados solares, las comunidades energéticas y el autoconsumo, y la agilización de la tramitación de los proyectos renovables. En concreto, en este aspecto el Plan ampliará el programa de ayudas del Plan de Recuperación para fomentar el autoconsumo con 500 millones de euros; incrementará el actual límite de 500 metros entre la instalación de

generación y el punto de consumo para facilitar el desarrollo de nuevos modelos de autoconsumo compartido; y se adoptarán otras medidas de apoyo para las aplicaciones compartidas de las comunidades energéticas y las áreas industriales.

Asimismo, se aumentará el apoyo a la industria y al refuerzo de las capacidades de la transición energética, con un incremento de 1.000 millones a la dotación del **PERTE de Energías Renovables, Hidrógeno Renovable y Almacenamiento (PERTE ERHA)**.

Además, se lanzará un **nuevo PERTE de Descarbonización de la Industria** que mejorará la **competitividad** y **reducirá los costes energéticos del sector manufacturero, responsable del 11,3% del PIB y el 20% de las emisiones de CO₂**.



El MITECO lanza la 2ª convocatoria de MOVES Singulares II, con 264 millones para proyectos innovadores de movilidad eléctrica

Está abierta la 2ª convocatoria de MOVES Singulares II para incentivar proyectos de desarrollo tecnológico con una inversión mínima de 100.000 euros para fomentar la madurez y facilitar la comercialización del vehículo eléctrico y de pila de combustible. Pueden presentarse todo tipo de empresas con independencia de su tamaño, universidades, centros de investigación o entidades del sector público institucional.

Las solicitudes para optar a este programa se podrán remitir desde el 3 de octubre hasta el próximo 3 de noviembre y deberán tramitarse a través de la [sede electrónica del IDAE](#). Se considerarán proyectos singulares los que contemplen las actuaciones descritas en la Orden TED/800/202.

Ayudas para la realización de Planes de Descarbonización en Pymes y grandes empresas del sector industrial. Navarra

Abierta la [convocatoria](#) de la subvención “Ayudas para la realización de planes de descarbonización en pymes y grandes empresas del sector industrial.”

La convocatoria de ayudas del Departamento de Desarrollo Económico y Empresarial, está dotada con 350.000 euros.

El MITECO lanza una Manifestación de Interés para proyectos de hidrógeno verde e implantarlos en CIUDEN

Se busca identificar proyectos de hidrógeno verde y almacenamiento energético que puedan llevarse a cabo en las instalaciones del Centro de Desarrollo de Tecnologías de CIUDEN situado en Cubillos del Sil (León).

Las manifestaciones de interés recogidas ayudarán al desarrollo tecnológico en materia energética y, con ello, al posicionamiento del país como referente en hidrógeno verde y almacenamiento energético, claves para una generación renovable y una mejora de flexibilidad del sistema energético de generación de energía eléctrica.

En este [enlace](#) se puede obtener toda la información necesaria.

Industria aprueba la resolución provisional de 71 proyectos innovadores de la industria manufacturera por un importe de 103,9 millones de euros

La resolución provisional de la línea de ayudas a planes de innovación y sostenibilidad en la industria manufacturera ha sido publicada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Del total de concesiones provisionales, el 30% (52 proyectos) corresponden a la línea de Investigación, Desarrollo e Innovación y el 70% (119 proyectos) a la línea de innovación en sostenibilidad y eficiencia energética.

Todas las actuaciones se aplican en la cadena de valor de la industria manufacturera enmarcadas en algunas de las prioridades temáticas como la descarbonización entre otras.

Fuente: [Ministerio de Industria, Comercio y Turismo](#)

Industria adjudica de manera provisional 48,4 M€ a 261 proyectos de clústers industriales que movilizarán más de 71 M€

Está publicada la resolución provisional de la segunda convocatoria del Programa de Apoyo a las Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AEIs) por el que se subvencionan 261 proyectos con 48,4 millones de euros provenientes de los Fondos Next Generation.

La inversión movilizada asciende a 71,7 millones de euros y el importe medio de subvención es de 185.000 euros. Predominan los proyectos subvencionados presentados en colaboración entre distintas AEIs y empresas miembros de las mismas. Estos proyectos superan el 98%.

Fuente: [Ministerio de Industria, Comercio y Turismo](#)



Just in Time

**Mejorar la seguridad
energética, respetando la
rentabilidad y el camino de
la descarbonización:
REPowerEU**

Aceleración de la transición limpia.

La Comisión Europea presentó el pasado mes de mayo el Plan REPowerEU, como adelantamos en el Boletín anterior. Su objetivo principal es mejorar la seguridad energética en la UE, respetando la rentabilidad y el camino de la descarbonización. Reduciendo así, rápidamente, la dependencia de los combustibles fósiles rusos, acelerando la transición limpia y uniendo fuerzas para lograr un sistema energético más resistente y una verdadera Unión de la Energía.

El Plan presenta un conjunto de acciones que transformarán estructuralmente el sistema energético de la UE:

- Ahorro de energía.
- Diversificación de suministros.
- Sustitución de combustibles fósiles acelerando la transición hacia la energía limpia en Europa.
- Combinación inteligente de inversiones y reformas.

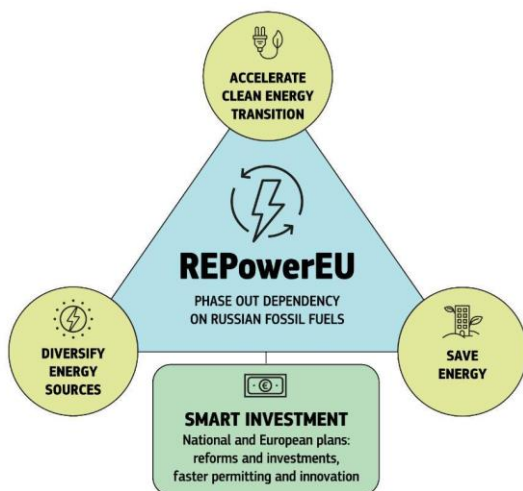


Figura 8: Principales objetivos del Plan REPowerEU

Es evidente que el Plan requiere una coordinación eficaz entre las medidas reguladoras y de infraestructura europeas, así como inversiones y reformas nacionales y una diplomacia energética conjunta. Además de la coordinación entre la acción del lado de la demanda, para reducir el consumo de energía y transformar los procesos industriales para reemplazar el gas, el petróleo y el carbón con electricidad renovable e hidrógeno libre de fósiles, con la acción del lado de la oferta para crear la capacidad y el marco para implementar y producir renovables.

Por su parte el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), un instrumento de recuperación temporal, permite a la Comisión movilizar fondos para ayudar a los Estados miembros a aplicar reformas e inversiones que estén en consonancia con las prioridades de la UE.

En este sentido, el MRR ocupa un lugar central en la aplicación del Plan REPowerEU, en concreto, la Comisión propuso introducir modificaciones específicas en el Reglamento MRR para integrar capítulos específicos del Plan REPowerEU en los planes de reformas e inversiones necesarias que ya figuran en los planes de recuperación y resiliencia de cada país.

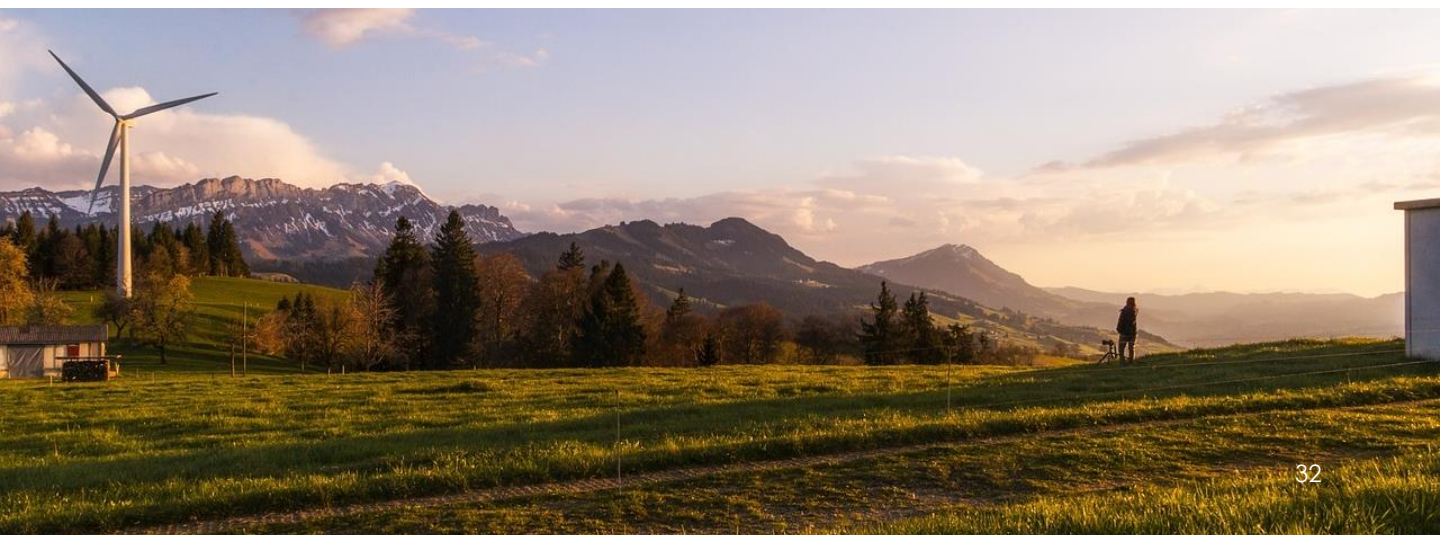
La Comisión también ha publicado un [documento de orientación](#) revisado sobre los planes de recuperación y resiliencia en el contexto de REPowerEU.

En concreto, en el Plan de España, podemos encontrar 4 componentes especialmente vinculados al Plan REPowerEU e integrados en la política palanca 3 “Transición energética justa e inclusiva”:

- Componente 7: Despliegue e integración de energías renovables: 3.165 millones de euros.
- Componente 8: Infraestructuras eléctricas, promoción de redes inteligentes y despliegue de la flexibilidad y el almacenamiento: 1.365 millones de euros.
- Componente 9: Hoja de ruta del hidrógeno renovable y su integración sectorial: 1.555 millones de euros.
- Componente 10: Estrategia de Transición Justa: 300 millones de euros.

La mencionada palanca “Transición energética justa e inclusiva” se entiende como un eje transversal en el Plan de Recuperación, no en vano se han ido publicando diversas convocatorias relacionadas como el [Programa de ayuda a la cadena de valor innovadora del hidrógeno renovable](#); el [Programa de incentivos al autoconsumo de energías renovables](#) o [Ayudas para la ejecución de los programas de incentivos para la implantación de instalaciones de energías renovables térmicas en diferentes sectores](#).

Además, la CE ha puesto a disposición un programa de trabajo [Implementación del Plan de la UWE Repower: necesidades de inversión, acelerador de hidrógenos y cumplimiento de los objetivos de biometano](#) que incluye una estimación de las necesidades de inversión y los costos adicionales de reducir a cero la dependencia de los combustibles fósiles de Rusia para 2027 con un enfoque específico en el uso del gas natural el análisis indica que implementar todo el potencial para reducir la dependencia a cero (310 bcm) requeriría 300.000 millones EUR acumulativos desde ahora hasta 2030. También explora cómo se puede acelerar el desarrollo del hidrógeno y lograr los objetivos de biometano.



El documento Incluye un apartado específico sobre **Industria**, en él se indica que reducir el uso de gas natural por parte de la industria requiere una acción coordinada para activar todas las palancas, incluidos los procesos industriales energéticamente eficientes, la integración de las energías renovables y el hidrógeno renovable, la electrificación de los procesos industriales, la digitalización y la simbiosis industrial.

En REPowerEU, el potencial para el uso de hidrógeno renovable en la industria se ilustra con un consumo significativamente mayor en todos los sectores. El consumo de hidrógeno es mayor por un factor de 3,7 en refinerías, 4,8 en calor industrial, 2,5 en petroquímica en REPower en comparación con Fit-for-55.

La Comisión Europea adoptó el paquete 'Fit for 55' en julio de 2021, adaptando la legislación climática y energética existente para cumplir el nuevo objetivo de la UE de una reducción mínima del 55% en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para 2030.

Algunas conclusiones

- La Comisión desarrollará informes periódicos de progreso , a partir de 2025, sobre la producción, el transporte y la adopción de hidrógeno renovable en la industria y el transporte.
- Se preparará un mandato para el desarrollo de normas armonizadas para la

calidad del hidrógeno para apoyar su adopción en los sectores prioritarios.

- La Comisión orientará sobre las normas y procedimientos aplicables para la construcción y operación de futuras infraestructuras dedicadas a la producción, almacenamiento y transporte de hidrógeno puro con objeto de simplificar los procedimientos de autorización para proyectos de hidrógeno.
- Se prevé una Plataforma de Hidrógeno, que permitiría analizar el funcionamiento del mercado de hidrógeno y las cuestiones técnicas como un primer paso hacia la creación de la Red Europea de Operadores de Redes de Hidrógeno.
- La Comisión cooperará estrechamente con las partes interesadas para garantizar el desarrollo de las prioridades europeas de infraestructura de hidrógeno a través del proceso TEN-E. Se prevé la identificación de necesidades para marzo de 2023 y una primera lista de Proyectos de interés común para finales de 2023.
- Establecimiento de la Instalación Europea Mundial del Hidrógeno en cooperación con los Estados miembros.
- Duplicación del número de valles de hidrógeno para 2025 mediante el refuerzo de las inversiones de Horizon Europe en la Empresa Común del Hidrógeno para ofrecer soluciones con la participación de los ciudadanos, en ecosistemas regionales de innovación, transversales a toda la cadena de valor del hidrógeno.

CCUS e hidrógeno bajo en carbono

Como hemos visto, CCUS es una importante tecnología de reducción de emisiones que puede ser aplicada en el sector industrial usando las salidas de gases de centrales térmicas y otras instalaciones industriales como fuente de CO₂. Por tanto, esta tecnología puede ser una de las claves en la consecución de los objetivos establecidos a nivel europeo para alcanzar la neutralidad climática en 2050 y facilitar la obtención de una economía sostenible.

Pero son necesarias inversiones que faciliten el desarrollo y la implementación de este tipo de tecnologías. En este boletín se ha hablado de la necesidad de que se cumplan una serie de condiciones para poder convertir la tecnología CCUS en competitiva:

- Abaratamiento de los costos de captura de CO₂.
- Marcos regulatorios con incentivos que incluyan los costes de tecnologías CCUS.
- Innovación y tecnología para convertir el CO₂ en un compuesto valioso para otros productos.

El hidrógeno bajo en carbono se convierte igualmente en un componente clave de la estrategia de energía verde de Europa a la vez que se da un importante impulso al sector.

En un sistema energético integrado, el hidrógeno puede apoyar la descarbonización de la industria, el transporte, la generación de energía y los edificios en toda Europa.

La prioridad de la UE es desarrollar hidrógeno renovable, producido utilizando principalmente energía eólica y solar. Sin embargo, a corto y medio plazo, se considera que se necesitan otras formas de hidrógeno bajo en carbono para reducir rápidamente las emisiones y apoyar el desarrollo de un mercado viable.

Estas decisiones han sido respaldadas por la Comisión Europea con el Plan RepowerEU, también detallado en este boletín.

A mediados de septiembre la presidenta de la Comisión, Ursula von der Leyen, en su discurso sobre el estado de la Unión, anunció la creación de un nuevo Banco Europeo de Hidrógeno, con una inversión que pretende acelerar el desarrollo de esta tecnología. En su declaración, argumentó que “el hidrógeno puede cambiar las reglas del juego para Europa.”

Seguiremos de cerca los avances que se produzcan.

Créditos

DIRECCIÓN:

EOI Escuela de Organización Industrial
Fundación EOI F.S.P.
C/ Gregorio del Amo, 6
28040 Madrid
Tel: 91 349 56 00
www.eoi.es



ELABORADO POR:

Fundación CTIC
Centro Tecnológico para el desarrollo en Asturias de
las Tecnologías de la Información y la Comunicación
www.fundacionctic.org



Esta publicación está bajo licencia *Creative Commons* Reconocimiento, No comercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



Boletines

DE

Vigilancia
Tecnológica

CEPI Centro de
Estrategia
y Prospectiva
Industrial