

**ESTRATEGIA CERO
EMISIONES NETAS**
POR UNA INDUSTRIA
COMPETITIVA Y SOSTENIBLE

SIMPOSIO EMPRESARIAL INTERNACIONAL

2024



III CIVITAS

ESTRATEGIA CERO EMISIONES NETAS

POR UNA INDUSTRIA COMPETITIVA Y SOSTENIBLE

SIMPOSIO EMPRESARIAL INTERNACIONAL 2024

COLECCIÓN «SIMPOSIOS DE FUNSEAM»

Responsabilidad social corporativa en el ámbito de la sostenibilidad energética y ambiental (2013)

Innovación y sostenibilidad energética (2014)

Mercados y sostenibilidad para un sector energético competitivo (2015)

El sector energético frente a los retos de 2030 (2017)

Desafíos del sector energético: un enfoque sectorial (2018)

Riesgos y oportunidades de la transición energética (2018)

Transformación digital del sector energético (2019)

Eficiencia energética y transición ecológica (2020)

La transición energética, oportunidad para la recuperación económica (2021)

Sector energético: fondos europeos y colaboración público-privada (2022)

Finanzas sostenibles: Un compromiso ambiental, social y de buen gobierno (2023)

Estrategia cero emisiones netas. Por una industria competitiva y sostenible (2024)

ESTRATEGIA CERO EMISIONES NETAS

POR UNA INDUSTRIA COMPETITIVA Y
SOSTENIBLE

SIMPOSIO EMPRESARIAL INTERNACIONAL 2024



TERESA RIBERA

JORDI HEREU

JOAN BATALLA BEJERANO	BLANCA LOSADA
BERTA CABELLO CALVO	JOSÉ ALFONSO NEBRERA
MARÍA TERESA COSTA-CAMPI	EVA PAGÁN
JOAQUIM DAURA	PAULA PINHO
JOANA FREITAS	EDUARDO QUEROL
ROSA GARCÍA	TERESA RASERO
JORDI GARCÍA TABERNERO	CRISTINA RIVERO
CARLOS GINER MONLEÓN	VERÓNICA RIVIÈRE
ELISENDA JOVÉ-LLOPIS	MERCÈ SEGARRA
NATALIA LATORRE	SILVIA SANJOAQUÍN

ANTONIO BRUFAU

Prólogo

ANTONIO LLARDÉN

Editores

JOSÉ LUIS GARCÍA DELGADO
JUAN CARLOS JIMÉNEZ
JOAN BATALLA BEJERANO

DÉBORAH PUGACH
(Coordinación)

III CIVITAS

© Funseam, 2024
© Editorial Aranzadi, S.A.U.

Editorial Aranzadi, S.A.U.
C/ Collado Mediano, 9
28231 Las Rozas (Madrid)
Tel: 91 602 01 82
e-mail: clienteslaley@aranzadilaley.es
<https://www.aranzadilaley.es>

Primera edición: 2024

Depósito Legal: M-19050-2024
ISBN versión impresa con complemento electrónico: 978-84-1078-883-1
ISBN versión electrónica: 978-84-1078-486-4

Diseño, Preimpresión e Impresión: Editorial Aranzadi, S.A.U.
Printed in Spain



© **Editorial Aranzadi, S.A.U.** Todos los derechos reservados. A los efectos del art. 32 del Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba la Ley de Propiedad Intelectual, Editorial Aranzadi, S.A.U., se opone expresamente a cualquier utilización del contenido de esta publicación sin su expresa autorización, lo cual incluye especialmente cualquier reproducción, modificación, registro, copia, explotación, distribución, comunicación, transmisión, envío, reutilización, publicación, tratamiento o cualquier otra utilización total o parcial en cualquier modo, medio o formato de esta publicación.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la Ley. Dirijase a **Cedro** (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

El editor y los autores no asumirán ningún tipo de responsabilidad que pueda derivarse frente a terceros como consecuencia de la utilización total o parcial de cualquier modo y en cualquier medio o formato de esta publicación (reproducción, modificación, registro, copia, explotación, distribución, comunicación pública, transformación, publicación, reutilización, etc.) que no haya sido expresa y previamente autorizada.

El editor y los autores no aceptarán responsabilidades por las posibles consecuencias ocasionadas a las personas naturales o jurídicas que actúen o dejen de actuar como resultado de alguna información contenida en esta publicación.

EDITORIAL ARANZADI no será responsable de las opiniones vertidas por los autores de los contenidos, así como en foros, chats, u cualesquiera otras herramientas de participación. Igualmente, EDITORIAL ARANZADI se exime de las posibles vulneraciones de derechos de propiedad intelectual y que sean imputables a dichos autores.

EDITORIAL ARANZADI queda eximida de cualquier responsabilidad por los daños y perjuicios de toda naturaleza que puedan deberse a la falta de veracidad, exactitud, exhaustividad y/o actualidad de los contenidos transmitidos, difundidos, almacenados, puestos a disposición o recibidos, obtenidos o a los que se haya accedido a través de sus PRODUCTOS. Ni tampoco por los Contenidos prestados u ofertados por terceras personas o entidades.

EDITORIAL ARANZADI se reserva el derecho de eliminación de aquellos contenidos que resulten inveraces, inexactos y contrarios a la ley, la moral, el orden público y las buenas costumbres.

Nota de la Editorial: El texto de las resoluciones judiciales contenido en las publicaciones y productos de **Editorial Aranzadi, S.A.U.**, es suministrado por el Centro de Documentación Judicial del Consejo General del Poder Judicial (Cendoj), excepto aquellas que puntualmente nos han sido proporcionadas por parte de los gabinetes de comunicación de los órganos judiciales colegiados. El Cendoj es el único organismo legalmente facultado para la recopilación de dichas resoluciones. El tratamiento de los datos de carácter personal contenidos en dichas resoluciones es realizado directamente por el citado organismo, desde julio de 2003, con sus propios criterios en cumplimiento de la normativa vigente sobre el particular, siendo por tanto de su exclusiva responsabilidad cualquier error o incidencia en esta materia.

SUMARIO

PRÓLOGO

ANTONIO LLARDÉN	15
---------------------------	----

APERTURA E INTRODUCCIÓN

1

UNA TRANSFORMACIÓN CRUCIAL

TERESA RIBERA	21
-------------------------	----

2

INICIATIVAS Y AVANCES EN LA UE: UN DISCURSO INAUGURAL

PAULA PINHO	29
-----------------------	----

3

ESTRATEGIA CERO EMISIONES NETAS

JORDI GARCÍA TABERNEIRO	39
-----------------------------------	----

1. Introducción	39
2. Contexto energético internacional	40
3. Contexto energético europeo	42
4. La energía en España	43
5. Perspectivas para 2024	44

I SOLUCIONES SOSTENIBLES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

4

PRESENTACIÓN

CRISTINA RIVERO 47

5

MOVILIDAD SOSTENIBLE Y *POSITIVE MOTION*

CARLOS GINER MONLEÓN 49

6

EL HIDRÓGENO COMO ALTERNATIVA

NATALIA LATORRE 59

1. **Introducción** 59
2. ***REPowerEU*** 60
3. **2023: Año clave para el desarrollo del hidrógeno** 61
4. **Alternativas tecnológicas para la descarbonización de la industria española** 63
5. **Proceso de *Call For Interest*** 63
6. **Las infraestructuras, elementos indispensables** 68

7

LA DESCARBONIZACIÓN Y EL PAPEL DE LOS DISTINTOS VECTORES ENERGÉTICOS

ROSA GARCÍA 71

1. **Prioridades en materia energética** 71
2. **Descarbonización** 73
3. **Materias primas vs. Vectores** 76
4. **Sobre la electricidad como vector energético** 77
5. **Biocombustibles y biocombustibles avanzados** 79

5.1. <i>Biocombustibles avanzados</i>	79
5.2. <i>Combustibles sintéticos</i>	81
5.3. <i>Barreras y palancas</i>	81
6. Hidrógeno y derivados	82
7. Propuestas para el marco de desarrollo de los vectores energéticos	87

8

REINDUSTRIALIZACIÓN Y NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA PARA UNA DESCARBONIZACIÓN COMPETITIVA DE LA INDUSTRIA Y LA MOVILIDAD

BERTA CABELLO CALVO	89
1. Introducción	89
2. Una energía segura, asequible y sostenible	90
3. Neutralidad tecnológica, eje de la reindustrialización y la descarbonización	91
4. Innovación y circularidad al servicio de una movilidad sostenible	93

II

TECNOLOGÍAS ESTRATÉGICAS DE CERO EMISIONES NETAS

9

PRESENTACIÓN

MERCÈ SEGARRA	99
---------------------	----

10

GASES RENOVABLES PARA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE

SILVIA SANJOAQUÍN	101
1. Introducción a los gases renovables	101
1.1. <i>El biometano</i>	104
1.2. <i>El hidrógeno</i>	106
2. Ejemplos de una transición energética eficiente	108
2.1. <i>La oportunidad del hidrógeno</i>	108

2.2. <i>El sector doméstico</i>	111
3. Situación de los programas de ayudas y subvenciones	113
4. Proyectos de Naturgy en operación y desarrollo	115

11

INNOVANDO PARA CRECER

JOANA FREITAS	117
1. EDP, liderando la transición energética global y la creación de valor	117
2. Soluciones de EDP como <i>partner</i> de transformación hacia una industria sostenible	118
3. Colaboración de EDP con universidades en España	119
4. Transición energética: retos y la importancia de la innovación	120
5. Conclusiones	122

12

CONSTRUYENDO UN FUTURO SOSTENIBLE

EVA PAGÁN	123
---------------------	-----

13

LA DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE PESADO A LARGA DISTANCIA

JOSÉ ALFONSO NEBRERA	133
--------------------------------	-----

III**DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL Y COMPETITIVIDAD**

14

PRESENTACIÓN

BLANCA LOSADA	143
-------------------------	-----

15

LA INDUSTRIA QUÍMICA, UN SECTOR COMPETITIVO E INNOVADOR ANTE EL RETO DE LA DESCARBONIZACIÓN

TERESA RASERO	149
1. Introducción	145
2. Scope 1	146
3. Scope 2	152
4. Scope 3	153
5. Scope 4	154
Referencias bibliográficas	154

16

INDUSTRIAS GASINTENSIVAS: DESCARBONIZAR MANTENIENDO LA COMPETITIVIDAD

VERÓNICA RIVIÈRE	155
------------------------	-----

17

RETOS DE LA ECONOMÍA DEL SIGLO XXI: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZACIÓN

JOAQUIM DAURA	159
---------------------	-----

18

DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL Y COMPETITIVIDAD: EL SECTOR PAPELERO

EDUARDO QUEROL	165
1. Introducción al sector papelero	165
2. Sostenibilidad y descarbonización en el sector papelero	167
3. Adecuación del marco normativo y propuestas	170

NOTAS FINALES

19

LA NUEVA INDUSTRIA EUROPEA DE CERO EMISIONES NETAS

JOAN BATALLA BEJERANO, MARÍA TERESA COSTA-CAMPI, ELISENDA JOVÉ-LLOPIS	175
1. Introducción	175

2.	Impulso global hacia una política industrial verde	176
3.	La nueva Ley sobre la industria de cero emisiones netas	181
4.	Retos de la nueva industria verde	186
	4.1. <i>Carencia de un enfoque estratégico sólido.</i>	186
	4.2. <i>Instrumentos de impacto limitado.</i>	188
	4.3. <i>Construcción de un marco de gobernanza sólido.</i>	189
	4.4. <i>Ausencia de estrategia de financiación a nivel de la Unión Europea</i> ...	190
5.	Conclusiones.	190
	Referencias bibliográficas.	191

CLAUSURA

20

TRANSICIÓN JUSTA

ANTONIO BRUFAU	197
----------------------	-----

21

COMPROMISO Y DESEO

JORDI HEREU	199
-------------------	-----

PRÓLOGO

ANTONIO LLARDÉN
Presidente de Enagás
Presidente de Funseam

Esta obra reúne las contribuciones al XII Simposio Empresarial Internacional de la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (Funseam), celebrado en febrero de 2024. Una nueva edición en la que Funseam, fiel a su compromiso con la definición de un nuevo modelo energético, ha vuelto a reunir a destacados expertos del mundo empresarial, institucional y académico, para abordar una cuestión de la mayor relevancia, no solo para el sector energético sino para el conjunto de la sociedad, como es el papel de la industria en la transformación económica de nuestro país de la mano de la sostenibilidad.

En un contexto en el que la competitividad de las empresas ha tenido que hacer frente a los altos precios de la energía y las perturbaciones en las cadenas de suministro, es necesaria una transformación estructural que responda a los actuales desafíos. Es esencial actuar con rapidez y ambición y establecer un marco más integral que sirva de hoja de ruta para la transición hacia una economía y una sociedad sostenibles con emisiones netas cero.

Europa necesita cadenas de valor industrial fuertes, en un contexto global tan complejo como el actual, para liderar sectores económicos e industriales claves y reforzar su autonomía y resiliencia. Una sólida industria es vital para fortalecer la economía europea y sobre ello se centró esta última edición del Simposio, cuyas principales conclusiones recoge este libro.

* * *

En sus palabras de *apertura*, la vicepresidenta tercera del Gobierno y ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Teresa Ribera, subraya que avanzar en una sociedad neutra en emisiones en España y en la Unión Europea es un objetivo político ineludible que requiere cambios estructurales en nuestro tejido industrial. Una transformación profunda para que Europa siga encabezando un proyecto de progreso y de prosperidad y responda al reto de su descarbonización. En este sentido, la vicepresidenta apunta que, si bien según los datos de la Agencia Internacional de la Energía

(AIE) se ha producido un descenso muy significativo de las emisiones globales en el sector productivo, es necesario seguir avanzando en soluciones competitivas que nos permitan avanzar en la reducción de la huella de carbono.

Por su parte, el vicepresidente primero del Club Español de la Energía (Enerclub), Jordi García Tabernero, hace balance de lo ocurrido en el sector energético durante 2023, aportando ideas que puedan contribuir a superar los desafíos que tenemos por delante. Un balance condicionado por la necesidad de avanzar en la descarbonización y la competitividad de la industria existente y por la energía como factor de localización industrial. En sus palabras, para reducir las emisiones será necesario incorporar nuevos vectores energéticos y, en muchos casos, rediseñar los actuales procesos industriales. Por tanto, desarrollar una nueva industria y una cadena de valor vinculada a estos nuevos vectores será fundamental. Varios de los PERTE puestos en marcha por el Gobierno de España se sitúan en esta línea y, además, pueden atraer nuevas industrias a nuestro país a través de una energía más competitiva. Una oportunidad que no debemos dejar pasar.

La necesidad de que la Unión Europea avance más rápido hacia la neutralidad climática para construir un sistema energético más resistente y una economía competitiva, sostenible y que no deje a nadie atrás, es una de las principales conclusiones de la directora de Transición Justa, Consumidores, Seguridad Energética, Eficiencia e Innovación de la Comisión Europea, Paula Pinho. Para ello, es crucial dotarnos de un marco que amplíe nuestra capacidad de fabricación de tecnologías de energía limpia y productos cero netos, necesarios para cumplir los ambiciosos objetivos climáticos europeos, poniendo especial énfasis en el papel del Plan Industrial del Pacto Verde, cuyo objetivo es crear una industria competitiva y resiliente frente a los retos de la transición hacia la neutralidad de emisiones.

Aprovechar todas las oportunidades que brinda este proceso de transformación, así como las ventajas competitivas que tiene nuestra industria, requiere de una visión a largo plazo capaz de dar respuesta a los desafíos tecnológicos, económicos, sociales y políticos existentes, en el que el trabajo conjunto entre Administraciones e instituciones públicas y el sector privado resulta imprescindible.

Los textos que se incluyen después se han agrupado en tres *partes*. En la *primera*, destacados expertos del sector energético desgranar los avances que se están produciendo en diferentes soluciones al servicio de la industria, en las que la tecnología juega un papel protagonista. Soluciones que muestran el camino para transformar nuestro tejido productivo y hacer de España un país líder en energías renovables eléctricas, hidrógeno verde, gases renovables, biocombustibles de segunda generación y en fórmulas de movilidad sostenible, impulsando la transición energética.

A nivel industrial, la Unión Europea es un importador neto de varias tecnologías y componentes claves en la descarbonización. Una situación que conviene revertir para fortalecer nuestra propia capacidad de fabricación y asegurar el avance de la transición energética.

La *segunda parte* de la obra nos acerca estos desarrollos tecnológicos que está impulsando la UE en el marco de la Ley sobre la Industria de Cero Emisiones Netas en ámbitos tan relevantes como las energías renovables, la bioenergía, los nuevos portadores de energía, la eficiencia energética, la reducción de las emisiones y la creación de nuevos mercados para el carbono y otros subproductos, en la línea de una economía cada vez más circular.

La *tercera parte* pone el foco en el propio tejido productivo con la contribución de algunas de las principales asociaciones empresariales, que aportan su visión de la situación actual, las perspectivas futuras y los esfuerzos que están realizando para seguir adaptando sus procesos productivos —tanto tecnológicos como energéticos—, atendiendo a las características sectoriales de cada caso. Esto supone una oportunidad para liderar sus respectivos ámbitos con un compromiso firme por la sostenibilidad.

Como es habitual, completan este volumen unas notas finales escritas por el director general de Funseam, Joan Batalla; la directora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética de la Universidad de Barcelona, María Teresa Costa, y la investigadora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética, Elisenda Jové, centradas en el nuevo enfoque europeo hacia una política industrial de cero emisiones netas, aportando su valoración y recomendaciones para garantizar su efectividad.

En sus palabras de *clausura*, el presidente de Repsol, Antonio Brufau, defiende la importancia de la industria como motor esencial de innovación, crecimiento económico y empleo de calidad. Asimismo, destaca la relevancia de priorizar a nivel comunitario políticas industriales y de competitividad a largo plazo que garanticen condiciones equitativas a las empresas, con objeto de que éstas puedan competir de manera justa tanto dentro de Europa como en el escenario mundial. Para ello, defiende la importancia de promover un marco regulatorio coherente, predecible y simplificado.

A su vez, el ministro de Industria y Turismo del Gobierno de España, Jordi Hereu, insiste en que el cumplimiento de los objetivos de descarbonización está sujeto a un marco normativo y una política industrial que incentive a las empresas a invertir en procesos neutros en emisiones que se puedan operar a escala comercial en los próximos años. En su contribución, destaca la importancia de una nueva política industrial como la que ya se está impulsando, que evite la fuga de carbono, asegure la competencia industrial con mecanismos que incentiven la movilización de recursos e inversiones en nuevos procesos de producción, y que apueste decididamente por las energías renovables. Así podremos seguir avanzando en sostenibilidad y daremos respuesta a los riesgos para la competitividad industrial en los mercados globales.

* * *

Mi agradecimiento a todos, autores y participantes: empresarios, académicos y reguladores que siguieron el evento, enriqueciendo con sus preguntas y comentarios los debates que se desarrollaron a lo largo del Simposio. Gracias igualmente a los profesores José Luis García Delgado, Juan Carlos Jiménez y Joan Batalla, un año más, por

la impecable edición de la obra, labor para la que han contado de nuevo también con Déborah Pugach.

Este duodécimo libro de la *Colección de Simposios de Funseam* ha sido posible gracias al compromiso y colaboración de las empresas que forman el Patronato de la Fundación: Fundación Repsol, Fundación ACS, Exolum, Enagás, Naturgy, Fundación Cepsa, EDP Renováveis y Redeia. Confiamos en que esta nueva entrega contribuya a dar a conocer lo que estamos haciendo las compañías ante los retos energéticos y ambientales del sector, y cómo venimos trabajando para impulsar un nuevo modelo energético más sostenible.

APERTURA E INTRODUCCIÓN

UNA TRANSFORMACIÓN CRUCIAL

TERESA RIBERA

*Vicepresidenta tercera y ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico,
Gobierno de España*

Es un placer participar en la decimosegunda edición de este Simposio dedicado a la energía, organizado por Funseam. Se ha convertido en una cita clásica de principios de año, que permite repasar, actualizar e intercambiar conocimiento, ideas, propuestas y preocupaciones con respecto a la situación del sector energético en nuestro país.

Y este año lo hace poniendo especial atención a las cuestiones vinculadas con la industria y las oportunidades —y, seguro, grandes desafíos— para conseguir algo tan relevante como son las cero emisiones netas en un horizonte temporal que nos hemos marcado en Europa con claridad. Unos objetivos en línea con lo que los escenarios climáticos y de química atmosférica muestran que debe ser imprescindible para garantizar, no solamente una capacidad de gestión de los patrones de emisiones y la dinámica de los sistemas climáticos a nivel mundial, sino también, y sobre todo, para garantizar que la prosperidad de las personas, las sociedades y las infraestructuras, tal como las conocemos hoy, pueda tener un recorrido viable. Son, en definitiva, razones económicas, ambientales y sociales las que impulsan una transformación; una necesidad de transformación profunda de nuestros sistemas productivos y de la manera en la que consumimos.

Por eso agradezco al presidente de la Fundación, a la directora de la Cátedra y a los patronos de la Fundación que me hayan ofrecido la oportunidad de compartir con todos los participantes del Simposio reflexiones sobre los distintos elementos de esa realidad poliédrica que debemos transformar.

* * *

Comenzaré apuntando dos mensajes que considero capitales.

El primero, vinculado a lo que acabo de señalar. Es indiscutible que, en torno a ese proceso de transformación profunda de la industria y la economía europeas, es donde

Europa puede encontrar su espacio de progreso y de prosperidad en los años por venir. Pasar de un modelo basado en la importación de combustibles fósiles a territorio europeo —que ha permitido construir sociedades prósperas, industria próspera—, a un modelo en el que la prosperidad esté basada en un uso mucho más eficiente de los recursos, en una combinación mucho más saludable de las relaciones comerciales, industriales, globales, sobre la base de la utilización de los recursos próximos, de elementos locales. Y siempre pensando que el nivel de demanda, de exigencia de los propios ciudadanos europeos con respecto a su propia capacidad de contar con oportunidades es suficientemente importante como para que la atención a las expectativas sociales, económicas, de empleo y de innovación, resulte un elemento indispensable a la hora de diseñar y orientar la economía.

Evidentemente, hemos hecho mucho, pero no hemos hecho suficiente. Y es más fácil hacerlo en un proyecto colectivo, con los 27 estados miembros participando, sumando y buscando las complementariedades por unas reglas comunes para seguir avanzando, que no cada cual por su cuenta. He aquí el vértice de una agenda política enormemente compleja pero necesaria, en la que nos jugamos mucho.

Creo, consecuentemente, que construir Europa en torno a esta agenda es capital. Creo que hacerlo con determinación, con realismo y con un profundo compromiso social es, sin duda, la clave del éxito de tal transformación, que es conveniente para las industrias europeas, para los servicios europeos, para la sociedad europea, para la geopolítica europea y relaciones con terceros, aunque deba afrontar debates complejos. En definitiva, la idea de incorporar ese sentido de progreso, de futuro de la industria competitiva y sostenible vinculado a cero emisiones netas, es importante.

El segundo mensaje al que me refería es España. España está en buenas condiciones para afrontar con éxito esta transformación, por muchos motivos. Por razones exógenas, que tienen que ver con las condiciones geográficas de nuestro país, pero también por razón de la acumulación de capital muy importante para poder afrontar estos desafíos, ya sea en infraestructuras, en logística, en capacidad humana, en conocimiento empresarial, en combinación de distintos elementos industriales capitales en la cadena de valor; y asimismo por razón de unas empresas que en el ámbito energético están acostumbradas a resolver problemas y que deberán encontrar «soluciones de proximidad» para no depender de soluciones de terceros.

España, pues, está en buenas condiciones para afrontar este reto. Creo que las orientaciones, las señales, los elementos que demuestran que esto es así se traducen en ese apetito inversor, en esa capacidad movilizadora que hemos visto en estos últimos años, enormemente complejos, y se reflejan, igualmente, en las expectativas de inversión para los años que tenemos por delante.

Así que mi segundo mensaje es que debemos ser suficientemente inteligentes para gestionar aquello de lo que disponemos, de manera que seamos capaces de hacer crecer las oportunidades, sin olvidar la preocupación que esta agenda de cambio puede suscitar en muchas personas que sientan que no disponen de las herramientas o de la

perspectiva que les proporcione cierta seguridad. De ahí que la combinación con políticas sociales sea crucial.

El momento es, además, particularmente sensible. Hemos cerrado el año 2023 confirmando, con datos oficiales, que es el año más cálido desde que existen registros en el mundo, con un incremento sustancial de las olas de calor, después de años con escasas lluvias y mal repartidas en un territorio que suma episodios de sequía y en un contexto en el que, con un marcado y recurrente sentido estratégico, los analistas nos ponen de manifiesto, cada vez con más solvencia y datos, que los grandes problemas que afronta la economía mundial están enormemente vinculados a retos ambientales, a retos climáticos, a retos energéticos. Entre ellos, la falta o la lentitud en la respuesta frente a la necesidad de descarbonizar nuestros modelos productivos, las dificultades o la ausencia de anticipación para que nuestras infraestructuras estén en condiciones de resistir, de responder a los impactos del cambio climático, o la no consideración del importante papel que desempeñan los ecosistemas y la buena calidad ambiental no solamente para hacer frente al cambio climático sino también para generar riqueza. Todo esto nos obliga a pensar de una manera distinta cómo enfocamos las cosas.

Procede, consecuentemente, preguntarse por las condiciones en las que la industria, las empresas y los servicios financieros pueden desplegar su capacidad de análisis y propuesta estratégica a medio y largo plazo; y preguntarse por las necesidades de aquellos sectores y actividades que son especialmente intensivos en consumo de agua, en consumo de energía, en consumo de territorio. ¿Qué impacto pueden tener en la estructura general de nuestra economía? Hay que pensar, en primera instancia, en la incidencia sobre el sector primario, mucho más dependiente de las condiciones meteorológicas de cada momento. Pero también hay que considerar hasta qué punto, por reconectar agua y energía, el agua puede ser un elemento crítico en determinadas tecnologías a la hora de generar electricidad en la presencia o en las expectativas con respecto al despliegue del hidrógeno o las necesidades energéticas para asegurar disponibilidad de agua en momentos en los que cada vez tenemos más certidumbre con respecto a que los parámetros de pluviometría y de disponibilidad de agua están cambiando.

Momento particularmente sensible, repito. Tengamos en cuenta que el año 2024 se ha iniciado con el compromiso contundente de la COP28 de clima, haciendo hincapié en la importancia de descarbonizar, de dejar atrás los combustibles fósiles, y con un calendario que obviamente sitúa en lugar importante las tecnologías de transición. Probablemente haya aún necesidad de seguir apuntalando inversiones en soluciones que hoy todavía no tenemos suficientemente testadas, al tiempo que avanzar drásticamente en las que sí lo están ya.

Los ámbitos a los que se presta particular atención son precisamente los sectores industriales en los que es difícil reducir las emisiones. Se hace referencia clara a la electricidad, y también a usos finales de energía en los que es posible encontrar fórmulas que hoy conocemos, aunque se entiende que en el ámbito industrial no siempre es

sencillo imaginar, con los ojos de hoy, cómo reducir emisiones en esa construcción de cero emisiones netas para mediados de siglo, como muy tarde.

Es cierto, en todo caso, que la industria sigue representando una parte muy importante de las emisiones globales. Desde la Agencia Internacional de la Energía se pone de manifiesto que ha habido un descenso muy importante de la proporción de combustibles fósiles en la industria, desde aproximadamente el 74% en 2010 al 65% en 2022, pero todavía es fuerte la dependencia del tejido industrial, por razones obvias, tanto considerando las necesidades energéticas como las emisiones de proceso. Necesitamos, pues, prestar atención a ir reduciendo esas emisiones y sustituyendo combustibles fósiles, buscando alternativas. Y, de hecho, esto explica por qué forma parte del núcleo central del debate de política industrial en el ámbito europeo.

Yo me voy a concentrar en los aspectos vinculados, o en algunos de los aspectos vinculados, a esta parte energética, sabiendo que el ministro de Industria tendrá asimismo ocasión de abordar el tema desde la óptica de las políticas industriales.

Sugiero fijarnos en una imagen que, casi por sí sola, subraya la importancia que para la agenda de Europa tiene la reducción de la dependencia energética y la búsqueda de lo que he denominado «soluciones de proximidad». Es la imagen del Evergreen en el Canal de Suez bloqueando durante semanas el transporte de mercancías, generando gran incertidumbre en una muy buena parte del tejido industrial europeo, lo que pone de manifiesto hasta qué punto la globalización y el intercambio de materias primas y de bienes de equipo, que cruzan nuestros mares de forma intensa, tienen sus límites, tienen sus segundas lecturas. No solamente por los efectos redistributivos en el ámbito nacional sino también por las vulnerabilidades que, de algún modo, argumentan a favor, desde el punto de vista geopolítico, de reducir la dependencia. Reducir nuestra dependencia en materias primas energéticas después de la invasión de Ucrania por parte de Rusia, fue clarísimo. Reducir nuestra dependencia y aproximar algunos elementos a nuestra producción nacional es clarísimo con este debate en torno a las consecuencias de los parones en el comercio global por causa de la COVID-19, o por las circunstancias sobrevenidas en el Canal de Suez o en el Mar Rojo.

Por tanto, el cómo podemos evitar sustituir unas dependencias por otras, o el cómo podemos reducir nuestras vulnerabilidades, marca también el perfil de la hoja de ruta de cero emisiones netas para la industria y el aprovechamiento de recursos de proximidad, incluyendo materias primas, materias minerales o circularidad y mejor uso de los recursos.

Porque lo cierto es que la Unión Europea produce menos del 20% de los materiales críticos que requieren sus industrias; produce menos del 20% del *software* de almacenamiento que utilizan sus equipos digitales; menos del 1% de los paneles solares que necesitamos para llevar a efecto la transición ecológica; menos del 20% de los fertilizantes que usamos para sostener la productividad de nuestros campos. Por el contrario, China controla más del 90% de la extracción y procesado de tierras raras y China es responsable del 58% del procesado de litio a nivel global. Europa debe plantearse, por

muchas razones, cómo hacer una transformación de su modelo industrial, del modelo energético, reduciendo la dependencia, las vulnerabilidades. Y la salida pasa, entre otras cuestiones, por apostar por un despliegue renovable y fortalecer nuestra autonomía estratégica abierta.

De ahí que el haber alcanzado, durante la presidencia española, un acuerdo sobre el reglamento de materias primas fundamentales, que sienta las bases de la autonomía estratégica de Europa, sea importante. La dependencia de materias primas es un talón de Aquiles notable de la economía y de la competitividad europeas. Y es cierto que eso nos obliga a volver la mirada hacia un sector extractivo que no siempre ha tenido la atención que merece, y que evidentemente tiene grandes desafíos por delante. Debe compatibilizar y debe hacer un uso responsable, primero, del conocimiento, de la información sobre qué disponemos y dónde; y, segundo, debe propiciar un debate social sobre las condiciones de explotación de nuestros recursos extractivos. Con la conciencia, en todo caso, de que esta cuestión forma parte de la ecuación transversal de transformación de un entendimiento y un consenso social de hasta qué punto estamos y en qué condiciones estamos dispuestos a extraer qué; y cuáles son las maneras en las que eso puede ser aplicado. Pero forma parte de esa ecuación transversal de transformación de nuestro sistema productivo: para facilitar la electrificación con renovables, la eficiencia energética con inteligencia y la producción de combustibles alternativos.

Hay que tener muy presentes los mejores datos de que se disponga y aprovechar la capacidad de análisis de actores internacionales precisamente especializados en esa visión de conjunto que nos ayude a orientar decisiones colectivas, formulando propuestas acertadas. Téngase en cuenta que, según la Agencia Internacional de la Energía, la electricidad aumentará hasta casi el 30% en el uso energético industrial en el año 2030, con dificultades para superar ese umbral.

En España, hemos cerrado el año 2023 con un 50% de producción de energía eléctrica renovable, cosa que ocurre por primera vez, pero que, sin duda, no será la última. Cada vez tendrá un porcentaje más alto la generación de origen renovable en nuestro sistema eléctrico y esto, obviamente, plantea otros desafíos muy importantes en el sistema, sabiendo que la distribución de las plantas, la gestión de las redes, la relación entre demanda y oferta, entre consumidor, generador y productor cambia de forma importante. Como lo hace también el mapa que nos informa de dónde hay más recursos, dónde hay más capacidad para generar; es decir, una información clave desde el punto de vista de la aproximación de la demanda industrial con la oferta.

Nuestro objetivo, bien conocido en la versión actualizada del Plan Nacional Integrado Energía y Clima, es que para 2030 la producción eléctrica renovable alcance el 81%, como un paso capital para descarbonizar en general la economía y también, obviamente, la industria. Ello, naturalmente, genera ya cambios importantes en el marco regulador, que repercuten sobre el conjunto de la economía y en el conjunto del tejido industrial. También en los servicios, incluidos los servicios financieros. Es algo que requiere madurarse en todos los debates profesionales, no solamente sociales. Y es algo

que hay que gestionar de manera ordenada y de manera suficientemente congruente para evitar distorsiones: distorsiones en precios, distorsiones en marcos regulatorios, distorsiones en forma de tensiones en nuestras infraestructuras y en nuestras demandas.

Algunas muestras de esa capacidad de aprovechamiento también han nutrido la información económica más reciente. En el balance de estos últimos años, somos los primeros destinatarios en la firma de contratos bilaterales de electricidad a largo plazo, descontando una capacidad de ofertar electricidad estable a precios asequibles, que resulta atractiva para la industria. Somos el octavo país del mundo en atractivo inversor en energías renovables; y digo del mundo, y me parece que esto es relevante porque cuando uno enfoca solo hacia Europa, esa posición mejora sustancialmente. Somos el tercer país en recepción de proyectos Greenfield, construidos desde cero en el ámbito de las energías renovables. Somos el país que acoge 860 proyectos, que nos sitúan como el sexto receptor del mundo en inversión y que ha superado en 2022 los 34.000 millones de euros. Se trata de cifras importantísimas, de interés elevadísimo, una capacidad de acogida que está intentando adaptarse a toda velocidad a esta expectativa, sabiendo que lo que estamos afrontando es una oportunidad para nuestros jóvenes, para nuestras empresas, para nuestro territorio, para nuestras infraestructuras, para nuestra industria y para nuestros servicios. Se requiere, por tanto, hacer las cosas bien.

Más todavía: somos el cuarto país que recibió más proyectos con inversión vinculada a actividades I+D y el cuarto país en el *ranking* de los receptores de proyectos de automoción o relacionados con hidrógeno limpio. Esto hace que España sea uno de los principales polos de atracción de proyectos, no solamente en energías renovables, también en industria y en tecnología, que han permitido, a partir de las distintas medidas y herramientas de que disponemos, cambiar sustancialmente en muy poco tiempo los términos del debate y la capacidad de reflexión y organización a medio y largo plazo. Lo que nos ha obligado a hacer muchas cosas simultáneamente. Red Eléctrica ha multiplicado por dos su inversión anual en redes en menos de 5 años y mantiene un estándar muy elevado de exigencia con respecto a la inversión en redes, algo capital para poder acomodar todos esos proyectos. Nos ha obligado a modificar aspectos puntuales de la planificación, incorporando proyectos estratégicos maduros, conscientes de que eso requería de algunas inversiones por encima o más allá de la planificación inicial del período 2022-26, pero sabiendo que esto nos obliga también a anticipar la foto de lo que resultaría imprescindible tener preparado para el año 2030 y, por tanto, estar en condiciones de activar el proceso de revisión de la planificación de forma anticipada. Las señales que ofrece la disponibilidad de energía barata, asequible y limpia son determinantes en muchas de las decisiones de inversión industrial, y se encuentran en territorios que no han estado tradicionalmente en el radar de los actores económicos.

Permítanme que ponga como ejemplos la fábrica de diamantes sintéticos en Trujillo, la posibilidad de contar con una fábrica de baterías en Sagunto, que necesitará agua a partir de 2027, la fábrica de electrolizadores de Cummins en Guadalajara o el Valle del Hidrógeno en Algeciras y las fábricas de bienes de equipo eólicos en Galicia.

Hay ejemplos también notables en Cataluña, como la fábrica del Elecfoil en Mont-roig para la fabricación de componentes de baterías.

La posibilidad de gestionar debates sociales que permitan una mejor receptividad va a ser indispensable si queremos aprovechar estas oportunidades. Hay procesos industriales que sabemos que no se podrán electrificar. Por eso el debate en torno al hidrógeno es tan importante: puede operar como un sistema que dé estabilidad a la generación renovable, con capacidad para jugar un papel de almacenamiento, permitiendo descarbonizar algunos procesos industriales que no pueden ser electrificados, pero que pueden combinar hidrógeno o reducir la demanda de gas desplazando el gas en favor del hidrógeno. Esto, a su vez, plantea reflexionar sobre cómo se produce el hidrógeno, cuáles son los usos finales, cómo se transporta, qué cualificaciones profesionales requerimos para ello. Y en este campo, por cierto, con un perfil marcadamente industrial, se observa cómo los proyectos presentados a financiación comunitaria, a financiación IPCEI, reciben una gran acogida por parte de la Comisión.

Y bien, este camino no ha hecho más que empezar. Nos queda una tarea importante. La regulación y la organización del conjunto del sistema energético; la organización del conjunto del sistema formativo y educativo y de generación de capacidades, desde el punto de vista de la inversión en nuevas infraestructuras energéticas que tienen encaje y combinan bien con las existentes, pero que requieren un planteamiento diferente al tradicional; evitar los sistemas aislados o fortalecer la capacidad de resistencia de los sistemas aislados; la incorporación de algunas de las aplicaciones importantes en economía circular, vinculadas al mejor aprovechamiento de los residuos o vinculadas con actividades ganaderas y de agricultura en el ámbito rural, en el contexto del biogás.

Y, como siempre, considerando que también el sector financiero necesitará hacer un esfuerzo para responder al proceso de descarbonización, no solo para favorecer inversiones que no queden atrapadas en proyectos cargados de un CO₂ que generen dificultades de retorno, lejos de las expectativas iniciales; sino también para facilitar la transformación del conjunto del sistema energético e industrial.

* * *

Termino ya retomando mis primeras palabras. Agradezco a Funseam su constante apoyo en la organización de foros como este, que nos ayudan a compartir información, reflexiones y actualizar la puesta al día de los desafíos y de las dificultades para seguir progresando en una transformación en la que nos jugamos mucho, pero que podemos resolver con éxito, estoy segura.

INICIATIVAS Y AVANCES EN LA UE: UN DISCURSO INAUGURAL

PAULA PINHO

Directora de Transición Justa, Consumidores, Seguridad Energética, Eficiencia e Innovación —ENER B— de la Comisión Europea

Es un placer compartir con ustedes la perspectiva de la Comisión Europea sobre las estrategias para llegar a las cero emisiones netas para una industria competitiva y sostenible.

Nuestros esfuerzos en esta área son cualquier cosa menos nuevos. Comenzaron hace más de 30 años.

Al mismo tiempo, los últimos años han demostrado claramente la necesidad de que la UE avance más rápido por el camino hacia la neutralidad climática, para construir un sistema energético más resiliente y una economía que sea competitiva, sostenible y que no deje a nadie atrás.

A este respecto, comenzaré mencionando dos iniciativas históricas de la UE: el Pacto Verde y el *Plan REPowerEU*.

En *primer lugar*, el Pacto Verde, que ha recogido en la ley el objetivo de ser neutro en carbono para 2050 y el objetivo de reducir nuestras emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% para 2030, en comparación con los niveles de 1990. Este llevó a la Ley Europea del Clima en 2021, a la que siguió poco después un muy completo paquete legislativo sobre clima y energía de la Comisión Europea, el paquete *Fit for 55*.

Y, mientras buscamos la transición a una energía limpia y nuestra ambición de ser el primer continente climáticamente neutro del mundo para 2050, debemos garantizar que la transición sea segura, sostenible y asequible.

Garantizar la seguridad energética nos ha mantenido muy ocupados durante los últimos dos años. ¡La crisis energética provocada por la invasión rusa de Ucrania ha puesto a prueba nuestra *seguridad energética* como nunca antes! El estallido de la guerra en Ucrania fue un doloroso recordatorio de nuestra excesiva dependencia de los

combustibles fósiles, en particular de Rusia, que antes de la guerra abastecía más del 40% de nuestras necesidades de gas.

Hemos logrado superar esta crisis, pero ¿a qué precio?

El otro efecto inmediato de la crisis energética se dejó sentir en los precios. Y hemos sido testigos de precios energéticos elevados sin precedentes, lo que pone en duda el segundo elemento del trilema: ¡la *asequibilidad*!

Al mismo tiempo, nos dimos cuenta de que la respuesta a la crisis a medio y largo plazo era aumentar la *sostenibilidad* del sistema energético: por eso, en paralelo a las medidas de emergencia, continuamos trabajando en las medidas estructurales a largo plazo e, irónicamente, las hemos acelerado y hemos aumentado nuestra ambición.

Esta aceleración se ha reflejado en el *Plan REPowerEU*, la *segunda iniciativa* citada, que se adoptó en mayo de 2022, en respuesta a la invasión de Ucrania por Rusia, y fue seguido rápidamente por varias medidas legislativas de emergencia.

En el *Plan REPowerEU* establecemos tres prioridades principales:

- Acelerar el despliegue de las energías renovables.
- Aumentar la eficiencia energética.
- Y diversificar nuestros suministros de energía.

Dos años después, podemos estar orgullosos de que los Estados miembros permanecieran unidos y de que juntos, la UE, los Estados miembros, los ciudadanos y la industria, se lograra evitar lo peor de la crisis energética. Logramos evitar interrupciones en el suministro de energía y proteger a los ciudadanos más vulnerables. Logramos aliviar la presión sobre los mercados energéticos e impulsamos el suministro de energía renovable limpia.

Recuerden que en mayo de 2023, por primera vez en la historia, la UE produjo más electricidad a partir de energía eólica y solar que de combustibles fósiles. Es más, el *Plan REPowerEU* también ha aumentado la ambición de nuestro Pacto Verde y ambos han dado lugar al marco de política climática y energética más ambicioso para la UE.

Y a medida que abordamos los tres elementos (seguridad, asequibilidad y sostenibilidad), surge otro elemento: ¡la *competitividad* de la industria europea!

Entonces, ¿cómo podemos garantizar que las medidas regulatorias destinadas a un creciente despliegue de energías renovables y la eficiencia energética apoyen al mismo tiempo el despliegue de estrategias cero neto en todos los sectores, incluida la industria, y vayan acompañadas de medidas para fomentar la fabricación de tecnologías cero neto en Europa?

No lo olvidemos: según la AIE, alrededor del 35% de la reducción de emisiones de CO₂ necesaria para lograr la neutralidad climática para 2050 provendrá de tecnologías que aún no están en el mercado.

Y, por último, ¿cómo abordamos la financiación, ya que la transición energética, tanto en la industria como en otros sectores, requiere un aumento masivo de las inversiones públicas y privadas?

Comencemos con el contexto político y regulatorio y, más concretamente, con cuatro iniciativas recientes, que son extremadamente relevantes para este Simposio: la Reforma del Diseño del Mercado de la Electricidad, la revisión de la Directiva sobre Eficiencia Energética, la Directiva Revisada de la UE sobre Energías Renovables y las reglas actualizadas para descarbonizar el mercado del gas y crear un mercado del hidrógeno (Paquete de descarbonización del gas).

La *primera iniciativa* es la Reforma del Diseño del Mercado de la Electricidad, que el Parlamento Europeo y el Consejo acordaron el 14 de diciembre de 2023. Esta reforma tiene como objetivo hacer que las facturas de energía de los hogares y las empresas dependan menos de la volatilidad de los precios a corto plazo. Esto se hará, en particular, fomentando contratos a más largo plazo, como acuerdos de compra de energía, y exigiendo el uso de contratos bidireccionales por diferencia para nuevas inversiones en las que se necesite financiación pública. La reforma también mejorará las condiciones para el uso de soluciones de flexibilidad como la respuesta a la demanda y el almacenamiento.

La *segunda iniciativa* importante es la revisión de la Directiva sobre Eficiencia Energética, que entró en vigor el 10 de octubre de 2023. Por primera vez, el Principio de la Eficiencia Energética recibe fuerza legal con un requisito claro para que los países de la UE tengan en cuenta la eficiencia energética en las políticas, la planificación y las decisiones importantes de inversión en el sector energético y más allá.

La Directiva establece un objetivo de eficiencia energética de la UE del 11,7% para 2030 respecto a las previsiones realizadas en 2020. Esto es más que la propuesta original de la Comisión *Fit for 55*. Se alentará a las empresas a ser más eficientes energéticamente. Todas las empresas, incluidas las pymes, que superen los 85TJ de consumo anual de energía, deberán implementar un sistema de gestión energética. Las demás estarán sujetas a una auditoría energética. Y, por primera vez, también se introduce un sistema de informes sobre el rendimiento energético de los grandes centros de datos.

Pasando ahora al suministro de energía —*tercera iniciativa* citada—, el 20 de noviembre de 2023 entró en vigor la Directiva Revisada de la UE sobre Energías Renovables. Eleva el objetivo renovable vinculante de la UE para 2030 a un mínimo del 42,5%, con vistas a alcanzar el 45%. Más allá del objetivo principal, la nueva Directiva sobre Energías Renovables supondrá procedimientos de autorización más fáciles y rápidos: por ejemplo, la energía renovable será reconocida como un interés público

primordial y los Estados miembros establecerán áreas de aceleración específicas para las energías renovables.

La Directiva conducirá a una ampliación y aceleración masivas de la energía renovable en varios sectores de la economía. Incluye subobjetivos nuevos o reforzados para la industria, la calefacción y la refrigeración, la construcción y el transporte.

La industria está incluida por primera vez en la Directiva sobre Energías Renovables. La nueva Directiva establece un objetivo indicativo del 1,6% de aumento anual en el uso de energías renovables. También establece un objetivo vinculante de alcanzar el 42% de hidrógeno renovable en el consumo total de hidrógeno en la industria para 2030.

Terminaré mi repaso rápido de nuevas iniciativas políticas con la *cuarta* de las citadas, las reglas actualizadas para descarbonizar el mercado del gas y crear un mercado del hidrógeno. Estas nuevas normas fueron acordadas provisionalmente entre el Parlamento Europeo y el Consejo el 8 de diciembre de 2023. El acuerdo:

- refuerza la planificación a largo plazo de la infraestructura necesaria para un sector del gas descarbonizado en Europa;
- facilitará la conexión de gases renovables y bajos en carbono a la red de gas existente;
- establecerá igualmente un sistema de certificación para gases bajos en carbono, así como un diseño de mercado para el hidrógeno en Europa;
- empoderará y protegerá mejor a los consumidores, y permitirá reforzar la seguridad energética;
- y, por último, aprovechando el éxito de la Plataforma Energética de la UE, se establecerá un mecanismo permanente de agregación de demanda y compra conjunta de gas natural para uso voluntario.

Antes de seguir adelante, quisiera expresar mi agradecimiento a la Presidencia española por la gran cooperación y por su trabajo crucial en estos expedientes clave. ¡Ninguna de las medidas que he mencionado —y muchas otras adoptadas en el segundo semestre de 2023— habrían sido posibles sin el compromiso continuo de la Presidencia española de la UE y su participación activa!

Ahora que entramos en la fase de implementación de estas normas, no empezamos desde cero: la UE ya es pionera en la transición energética. En 2023, por ejemplo, la UE instaló alrededor de 56 GW de capacidad solar fotovoltaica, aproximadamente el doble que dos años antes. Pero, por supuesto, no podemos ser complacientes. Haré dos consideraciones al respecto.

En *primer lugar*, el camino hacia el cero neto es empinado y solo nos quedan siete años para reducir nuestras emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% en comparación con los niveles de 1990.

Nuestra reciente evaluación de los proyectos de planes nacionales de energía y clima de los Estados miembros muestra que solo alcanzaremos el 51% si intensificamos nuestros esfuerzos. Al mismo tiempo, vemos cada vez más compromisos hacia el cero neto por parte del sector manufacturero europeo, intensificando sus esfuerzos hacia la neutralidad climática. Por nombrar solo algunos, aquí, en España, los principales fabricantes de turbinas eólicas están trabajando estrechamente con la UE y otros socios europeos para cumplir nuestro objetivo de neutralidad climática.

En *segundo lugar*, debemos tener cuidado para no reemplazar nuestra dependencia de los combustibles fósiles por otra dependencia de tecnologías de cero neto, componentes y materias primas críticas.

El riesgo es alto: por ejemplo, al menos dos tercios de la capacidad de producción mundial en cada etapa de la cadena de valor fotovoltaica se concentran en China. Nuestra demanda fotovoltaica en la UE está cubierta casi exclusivamente por importaciones y más del 80% de esas importaciones provienen de China.

Por lo tanto, ¡asegurémonos de que el futuro de nuestra industria se haga en Europa! Esto es crucial para reforzar la autonomía estratégica abierta de la UE. No solo ayuda a aumentar la seguridad del suministro energético, sino que también está creando empleo y crecimiento en Europa.

Debe tenerse en cuenta que el mercado global de tecnologías clave de emisiones cero neto fabricadas en masa se triplicará para 2030 con respecto al nivel actual, con un valor anual de alrededor de 600 mil millones de euros. Otras regiones del mundo (Estados Unidos, China, Japón e India, por nombrar las más importantes) han adoptado iniciativas a gran escala para impulsar su industria cero neto. La competencia se está volviendo feroz y rápida. La Ley de Reducción de la Inflación de EE. UU., por ejemplo, tiene como objetivo catalizar inversiones en capacidad de fabricación nacional proporcionando financiación federal para energía limpia, principalmente mediante subvenciones e incentivos fiscales.

Hoy en día, la industria manufacturera de energía limpia en la UE se enfrenta a vientos en contra. Incluso en sectores como la energía eólica o las bombas de calor, donde la UE tiene una fuerte base manufacturera, las cuotas de mercado están cayendo. Por no hablar del sector de fabricación de energía solar fotovoltaica de la UE, que se encuentra en una fase crítica.

Pero, repito, ¡no empezamos desde cero! Y las historias de éxito de proyectos europeos como el *Proyecto BIPVBOOST* también pueden servir de ejemplo. *BIPV-BOOST* es el proyecto fotovoltaico multifuncional integrado en edificios H2020, liderado por España y seis socios europeos, cerrado en 2023. El proyecto se basó en la

necesidad fundamental de un esfuerzo industrial conjunto para concebir y desarrollar materiales de construcción productores de energía altamente eficientes y multifuncionales que permitan impulsar las oportunidades de mercado a nivel mundial para las cadenas de valor de la industria fotovoltaica y de la construcción europea. El proyecto abordó toda la cadena de valor, pasando del costoso BIPV a un enfoque rentable y de mercado masivo.

Este es solo uno de los ejemplos de proyectos que pueden desempeñar un papel clave en la creación de oportunidades de mercado global para la industria europea de tecnologías limpias.

Para impulsar la competitividad de la UE, la Comisión adoptó hace un año un Plan Industrial del Pacto Verde, con el objetivo de transformar la industria de la UE para la era cero neto. El Plan tiene cuatro pilares.

En primer lugar, un entorno regulatorio propicio para las industrias cero neto, con dos leyes clave:

- La Ley sobre la Industria de Cero Emisiones Netas, que explicaré más abajo.
- Y la Ley de Materias Primas Críticas, que pretende facilitar la extracción y el procesamiento, pero también el reciclaje en la Unión y, por supuesto, la búsqueda de sustitutos.

Necesitamos litio, cobalto y níquel para producir baterías, galio para paneles solares, boro en bruto para tecnologías eólicas, y dependemos de algunos terceros países para estos materiales. Por ejemplo, el 63% del cobalto mundial y el utilizado en baterías se extrae en la República Democrática del Congo y el 97% del magnesio utilizado en la UE se importa de China.

Esto nos está exponiendo a riesgos de interrupciones en el suministro y volatilidad de precios. A principios de 2023, los precios del litio estaban seis veces por encima de su promedio durante el período 2015-2020.

El *segundo pilar* de nuestro Plan Industrial del Pacto Verde se refiere a la financiación nacional y de la UE.

La Comisión adaptó el Marco Temporal de Crisis sobre ayudas estatales, para promover la inversión nacional en sectores estratégicos. Al mismo tiempo, aprovechó las posibilidades que ofrece la financiación de la UE, en particular *REPowerEU*, *InvestEU* y el Fondo de Innovación. También propuso, en junio de 2023, la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (o STEP) para apoyar inversiones en empresas que contribuyan a preservar una ventaja europea en tecnologías críticas.

Nuestro *tercer pilar* es aumentar habilidades y convertirlas en empleos de calidad.

La demanda de talento es alta. La transición verde amplificará la demanda de nuevas habilidades en todos los niveles, lo que requerirá una mejora y nueva formación a gran escala de la fuerza laboral. Solo la industria de las baterías estima que necesitará 800.000 trabajadores adicionales para 2025.

La Comisión está trabajando con los Estados miembros para establecer objetivos e indicadores para monitorear la oferta y la demanda de habilidades y empleos en los sectores relevantes para la transición verde. El año pasado lanzamos la asociación de habilidades a gran escala para la energía renovable terrestre en el marco del Pacto por las Capacidades, y seguirán más iniciativas.

Finalmente, nuestro *cuarto y último pilar* es una agenda comercial ambiciosa.

Estamos trabajando para cerrar acuerdos con varios países porque sabemos que necesitamos el comercio internacional. Establece cadenas de suministro, crea empleos y ayuda a nuestra industria a desarrollar nuevos productos.

Me referiré ahora a la Ley sobre la Industria de Cero Emisiones Netas, que mencioné anteriormente.

Se trata de una iniciativa importante en el contexto de este Simposio, ya que tiene como objetivo innovar y ampliar la capacidad de fabricación de tecnologías cero neto en la Unión. La Ley tiene el objetivo general de que la capacidad de fabricación de tecnología cero neto en la Unión sea capaz de satisfacer para 2030 al menos el 40% de las necesidades de despliegue anual de la UE para las tecnologías cero neto que son clave para la descarbonización. Para ello:

- establece procesos de obtención de permisos simplificados para proyectos de fabricación de tecnología cero neto;
- acelera igualmente el acceso a mercados para tecnologías cero neto que sean a la vez sostenibles y resilientes;
- contiene medidas para garantizar la disponibilidad de mano de obra cualificada, creando, por ejemplo, academias de habilidades, como ya se ha hecho con las baterías;
- fomenta la innovación mediante el establecimiento de entornos de pruebas regulatorios para probar soluciones innovadoras antes de su comercialización;
- aumenta la capacidad de almacenamiento de CO₂, con el objetivo de alcanzar en 2030 una capacidad de inyección anual en almacenamiento de CO₂ de al menos 50Mt de CO₂;
- y, por último, establece una estructura, la Plataforma Cero Neto Europa, que permite a la Comisión coordinar las acciones conjuntamente con los Estados miembros y las partes interesadas.

Al redactarse estas líneas, la Ley sobre la Industria de Cero Emisiones Netas es aún una propuesta de la Comisión.

He hablado mucho hasta aquí de políticas energéticas, pero la descarbonización de nuestra economía no es solo una cuestión de regulación, sino también de movilizar inversiones públicas y privadas a gran escala. Por lo tanto, añadiré ahora unas palabras sobre algunas fuentes de financiación pública que están disponibles para ayudar a convertir las políticas en acciones.

En primer lugar, el marco financiero plurianual de la UE para el período comprendido entre 2021 y 2027, junto con el instrumento de recuperación adoptado por los Estados miembros para recuperarse de la pandemia de COVID-19, brindan una oportunidad sin precedentes para apoyar la transición energética.

Esto representa un presupuesto total de la UE de 1,8 billones de euros (es el mayor presupuesto jamás realizado) y se espera que más del 30% de estos fondos se gasten en la lucha contra el cambio climático, lo que también representa la proporción más alta jamás alcanzada.

En sus Planes revisados de Recuperación y Resiliencia, que fueron aprobados el año pasado por el Consejo y la Comisión, los Estados miembros han asignado más de 150.000 millones de euros a inversiones energéticas: alrededor de dos tercios se dedicarán a la eficiencia energética, mientras que un tercio se invertirá en renovables y redes.

Además, el 25 de enero de 2024, la Comisión concedió cerca de 600 millones de euros, procedentes del Mecanismo Conectar Europa, a ocho proyectos transfronterizos de infraestructuras energéticas. Entre ellos se encuentran varios proyectos de CO₂. Esto es nuevamente una demostración de la voluntad de la UE de apoyar la descarbonización de la industria.

También es importante el apoyo ofrecido por la UE para fomentar la innovación, en tanto que esta es un motor de crecimiento y competitividad.

Con este fin, el Fondo de Innovación proporcionará alrededor de 38.000 millones de euros de apoyo durante esta década para la demostración comercial de tecnologías innovadoras con bajas emisiones de carbono. El fondo apoya el desarrollo de nuevas tecnologías destinadas a la descarbonización de industrias de uso intensivo de energía, así como generación innovadora de energía renovable y almacenamiento de energía. Para proyectos a gran escala, puede apoyar hasta el 60% del capital y los costos operativos.

Ahora que hablamos de proyectos impulsados por la innovación, el proyecto X1 Accelerator, financiado con fondos europeos, es un ejemplo que vale la pena mencionar.

A través del proyecto X1 Accelerator, la empresa española de base tecnológica X1 Wind acelera el diseño de plataformas comerciales y el desarrollo del plan preliminar

de industrialización. El proyecto está desarrollando un sistema flotante disruptivo para cambiar el paradigma de la industria de la energía eólica que pueda utilizarse para explotar sitios ubicados en aguas profundas. El proyecto también ha diseñado un sistema integrado para aprovechar el entorno marino. El resultado es una reducción drástica del peso de la plataforma, así como una reducción de los costes de instalación y funcionamiento, lo que hace que la tecnología eólica marina flotante sea rentable.

Horizonte Europa es otra fuente importante de financiación para apoyar la investigación y su demostración. La Clean Hydrogen Partnership, por ejemplo, apoya el desarrollo de nuevas tecnologías de hidrógeno, que es clave para descarbonizar el sector industrial.

Esta financiación es complementaria a la de otros programas. En total, la UE ha aprobado recientemente más de 20.000 millones de euros en financiación pública en el marco de diferentes fondos y programas para desarrollar un ecosistema europeo del hidrógeno.

Cuando hablamos de gasto público, no olvidemos las ayudas estatales de los Estados miembros.

Al mismo tiempo, la Comisión también aprobó alrededor de 900 millones de euros en ayudas estatales de Alemania a Northvolt, un productor sueco de baterías. La medida apoyará los planes de Northvolt de construir una gigafábrica para la producción de celdas de batería en Heide, Schleswig-Holstein, una zona que recibe ayudas regionales, con unos costes de inversión totales de aproximadamente 2.500 millones de euros.

Esto sigue a la aprobación de planes similares en Austria, Bélgica, Hungría, Italia, Eslovaquia y España, por un valor total de 9.100 millones de euros.

* * *

Ha sido una exposición bastante larga, pero justificada porque ha habido numerosos avances políticos recientes a nivel de la UE para acelerar la adopción de estrategias cero neto en la industria.

El Pacto Verde Europeo y el Plan *REPowerEU* han dado lugar al paquete legislativo sobre clima y energía más ambicioso jamás creado. Este paquete —del que solo he presentado una breve parte— apoyará la descarbonización de todos los sectores de la economía, incluidas las pequeñas y grandes industrias.

El progreso en el despliegue de tecnologías cero neto tiene que acelerar si queremos descarbonizar completamente Europa para 2050. Esto significa aumentar las inversiones públicas y privadas a lo largo de toda la cadena de valor, desde la investigación hasta el despliegue. Al mismo tiempo, debemos fomentar la fabricación de tecnologías cero neto en la UE para evitar reemplazar nuestra dependencia de los combustibles fósiles por otra dependencia de tecnologías, componentes y materias primas críticas.

El papel de la industria como consumidora de energía limpia y como productora de tecnologías limpias es clave en nuestro camino hacia el cero neto.

Como muchos seguramente saben, la presidenta Von der Leyen ha encargado al profesor Mario Draghi que presente un informe sobre la competitividad de la UE antes de junio de 2024. Esperamos con interés el informe y las medidas centradas en mejorar la competitividad de la UE.

En este contexto tan determinante, de cara a los emocionantes meses que se acercan, contamos con ustedes y estaremos a su lado para brindarles todo el apoyo que podamos.

ESTRATEGIA CERO EMISIONES NETAS

JORDI GARCÍA TABERNEIRO

Vicepresidente primero del Club Español de la Energía

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. 2. CONTEXTO ENERGÉTICO INTERNACIONAL. 3. CONTEXTO ENERGÉTICO EUROPEO. 4. LA ENERGÍA EN ESPAÑA. 5. PERSPECTIVAS PARA 2024.

1. INTRODUCCIÓN

Para el Club Español de la Energía es un privilegio participar cada año en el Simposio Empresarial de Funseam y contribuir con unas páginas que resumen la intervención que allí tuve el honor de compartir con los asistentes.

La elección de la temática central de este año, «Estrategia Cero Emisiones Netas. Por una industria competitiva y sostenible», ha sido un gran acierto. Es una cuestión de especial interés, no solo para los que nos dedicamos en el día a día al campo de la energía, sino para todos los sectores productivos de nuestro país, y para la economía en general.

Descarbonización y competitividad de la industria existente, desarrollo de nueva industria energética y la energía como factor de localización industrial, son los grandes retos que tiene por delante el binomio industria-energía.

Para reducir las emisiones de la industria actual será necesario incorporar nuevos vectores energéticos y, en muchos casos, rediseñar los actuales procesos industriales. Por tanto, desarrollar nueva industria y una cadena de valor vinculada a estos nuevos vectores será fundamental. Varios de los PERTE puestos en marcha por el Gobierno de España van en esta línea y, además, son una oportunidad para atraer nueva industria a nuestro país a través de una energía más competitiva. Una oportunidad que, sin duda, no debemos dejar pasar.

Desde la primera edición de este Simposio hemos sido invitados a intervenir para realizar un balance del estado actual del sector energético, en base a lo ocurrido en el

último año en el ámbito mundial, europeo y español. Así lo hemos hecho también en esta ocasión.

2. CONTEXTO ENERGÉTICO INTERNACIONAL

En octubre de 2022, la revista *Time* publicaba un artículo titulado «If you think the energy crisis is bad, wait until next Winter»¹; es decir, si piensas que la crisis energética está siendo mala, espera al próximo invierno. El artículo destacaba que, desde el punto de vista energético, el muy duro 2022 iba a ser un año suave comparado con lo que estaba por venir. Afortunadamente, las previsiones no han acertado.

Como ya pusimos de manifiesto el año pasado en este Simposio, cerramos el año 2022 con un impacto sin precedentes en los precios energéticos, en las cadenas de suministro, en la inflación y con una alta preocupación por las cuestiones relacionadas con la seguridad de suministro.

Esta crisis era consecuencia directa del repunte económico tras la COVID-19 y el impacto de la guerra en Ucrania, y afectaba principalmente a Europa, muy dependiente energéticamente de Rusia.

Pero a pesar del pesimismo del citado artículo de la revista *Time*, hemos visto cómo a lo largo de los últimos doce meses el precio de la energía se ha estabilizado, el funcionamiento de las cadenas de suministro se ha normalizado y no se han producido interrupciones en el suministro energético. Por otra parte, se ha controlado la inflación y se ha evitado una recesión generalizada.

Además, la transición energética se ha acelerado, especialmente en Europa, conscientes del importante papel que juega en la lucha contra el cambio climático.

Pero también es justo destacar que el debate se ha enriquecido con aquellos que apuestan por añadir al cóctel de la transición energética otros importantes ingredientes, como la soberanía energética, el coste de la energía para las familias o la competitividad de la industria. Es decir, ha aflorado de una manera muy visible la necesidad de cumplir los presupuestos del ya clásico trilema energético: sostenibilidad, seguridad de suministro y asequibilidad de la energía.

En cualquier caso, esta aceleración de la transición energética se plasma claramente en el récord mundial alcanzado en renovables en 2023, con una potencia de nueva generación instalada de 510 GW, con un crecimiento superior al 50% respecto al año anterior, según la Agencia Internacional de la Energía².

El mayor crecimiento tuvo lugar en China, que puso en marcha tanta energía solar fotovoltaica en 2023 como todo el mundo en 2022, mientras que las incorporaciones

1. Jayanti, Suriya (2022): «Think the Energy Crisis Is Bad? Wait Until Next Winter», *Time*, octubre.
2. International Energy Agency, Renewable Energy Division (2024): «Renewables 2023, Analysis and Forecast to 2028» (enero).

de energía eólica en ese país aumentaron un 66%. En paralelo, los aumentos en la capacidad de energía renovable en Europa, Estados Unidos y Brasil también alcanzaron máximos históricos.

En otro orden de cosas, es importante destacar que, en un ejercicio de realismo, este informe afirma que de todos los proyectos de hidrógeno de origen renovable anunciados a nivel mundial —de los que en España somos líderes— se espera que solo el 7% de la capacidad propuesta entre en funcionamiento para 2030, debido a la lentitud en la decisión de inversión, combinada con la limitada demanda y el aumento de los costes de producción.

La Agencia Internacional de la Energía destaca que en 2023 el papel de los biocombustibles ha pasado a primer plano. Se espera que las economías emergentes, lideradas por Brasil e India, impulsen el 70% de la demanda mundial en los próximos cinco años.

El informe muestra que, en función de las políticas y condiciones de mercado existentes, se espera que la capacidad mundial de energía renovable crezca hasta los 7.300 GW durante el período 2023-28.

Sin embargo, la agencia advierte que «a pesar del crecimiento sin precedentes en los últimos 12 meses, el mundo necesita ir más allá para conseguir el objetivo de triplicar la capacidad para 2030 que los países acordaron en la COP28». En las economías avanzadas y en las grandes economías emergentes, esto significaría abordar desafíos como la incertidumbre política en un entorno económico frágil, la inversión insuficiente en infraestructuras de red y las barreras administrativas y retrasos en los permisos. Por su parte, en las economías emergentes y en desarrollo se debería revisar el acceso a la financiación, junto con una gobernanza y marcos regulatorios sólidos, que son esenciales para reducir el riesgo y atraer inversiones.

Por eso la COP de este año tenía especial trascendencia. Porque era importante que se reconociera y se sentaran las bases para actuar en esta década y centrarse en las acciones para lograr los objetivos a 2030.

En Dubai se han establecido objetivos cuantificables para triplicar la capacidad mundial en energías renovables y duplicar la tasa de mejora de la eficiencia energética de aquí a 2030; se han alcanzado acuerdos para la reducción de metano; y se ha incorporado en el *Global Stocktake* la necesidad de llevar a cabo una transición justa, ordenada y equitativa a fin de lograr las cero emisiones netas para 2050.

Para conseguir este objetivo, los firmantes han considerado como elementos fundamentales tecnologías como la energía nuclear, los gases renovables, el hidrógeno bajo en carbono, o la captura y almacenamiento de carbono. Los avances en materia de financiación también son dignos de mención, y ayudarán a que la transición sea justa e inclusiva para todos.

Ya en 2024, unas semanas después, en el World Economic Forum de Davos, energía y cambio climático han ocupado igualmente el centro de las discusiones. Desde una posición de privilegio, ya que pude asistir personalmente a muchos de los debates que allí se produjeron, les puedo confirmar que se habló profusamente de demanda y eficiencia energética, de seguridad energética, de la necesidad de un *permitting* más ágil y rápido, o del uso y control de los minerales críticos.

Y, por supuesto, también se habló, y mucho, de Inteligencia Artificial y energía.

Como referencia, Chat GPT alcanzó 100 millones de usuarios diarios en tan solo 40 días. TikTok logró el hito en nueve meses, e Instagram en dos años y medio. Su desarrollo no parece tener límite, y como manifestó Sam Altman, CEO de OpenAI, creadores del mencionado Chat, «un avance relevante en energía es necesario para el futuro de la Inteligencia Artificial ya que consumirá más energía de lo que la gente se puede imaginar».

Como corolario de este breve repaso internacional, creo que este año ha existido un elemento diferencial respecto a los anteriores: el mundo ha entendido que la energía ha pasado de ser una simple *commodity*, a una oportunidad única para el fortalecimiento de la economía y la creación de empleo.

3. CONTEXTO ENERGÉTICO EUROPEO

Afortunadamente, la Unión Europea se ha dado cuenta de que, sin un plan europeo de desarrollo industrial vinculado a un plan de desarrollo energético, nuestras economías se pueden ver muy afectadas. Por eso, ha iniciado acciones para intentar cambiar el curso de los hechos y equipararse a las políticas de los países más desarrollados.

Mientras que Europa lograba reducir su alta dependencia energética de Rusia, pasando de los 155 bcm que importábamos de gas ruso en 2021 a 40 bcm en 2023, la Comisión publicaba el Plan Industrial del Pacto Verde (*Green Deal Industrial Plan*). Un plan configurado por la Ley sobre la industria de cero emisiones netas (*Net-Zero Industry Act*), la Ley Europea de Materias Primas Fundamentales (*European Critical Raw Materials Act*) y la Reforma del Mercado Eléctrico. De igual modo podrían considerarse relevantes dentro de esta estrategia el *Grid Action Plan* para la promoción de redes eléctricas, o el *Wind Power Package*.

Además, en el último semestre de 2023, las instituciones europeas, bajo presidencia española, trabajaron intensamente para empezar a implementar el amplio conjunto legislativo derivado del *Fit for 55*.

Entre otros, se han llegado a acuerdos que han ido desde la mencionada Reforma del Mercado Eléctrico, la Directiva de Eficiencia Energética para edificios, o la Directiva y el Reglamento de Hidrógeno y Gases descarbonizados como el biogás y biometano, en los que España tiene una gran capacidad de desarrollo. Según la Asociación de Industrias Españolas del Gas —Sedigas—, España tiene una capacidad para producir

163 TW/h año de gases renovables³, lo que equivale a cubrir el 45% de la demanda nacional de gas natural. Esto supondría la puesta en marcha de 2.326 plantas con una inversión asociada de 40.500 millones de euros —un 3,6% del PIB— y la generación de 62.000 puestos de trabajo —directos e indirectos— asociados a su construcción y mantenimiento.

También son destacables los avances en los campos de las finanzas sostenibles y ASG.

Este año, 2024, vendrá marcado en Europa por las elecciones al Parlamento y la renovación de los órganos que dirigen la política europea. Su papel será fundamental en el desarrollo y vigilancia de todas estas normas y en equilibrar los apoyos públicos de los Estados a sus sectores productivos, entre ellos, la industria. Contar con las mismas reglas del juego evitará poner en riesgo inversiones en nuestro país.

4. LA ENERGÍA EN ESPAÑA

En España, este año ha estado marcado por la incertidumbre generada por los diversos procesos electorales a nivel local, regional y nacional.

En el campo energético, nuestro país ha cerrado 2023 con un porcentaje de renovables superior al 50% (50,8%) en la producción eléctrica⁴, y continuamos haciendo nuestros deberes en la descarbonización. Así lo demuestra el que, según las primeras estimaciones, España haya conseguido reducir sus emisiones en un 7,5%, más incluso que en 2020, año de la COVID-19⁵.

Muy importante ha sido igualmente la actualización del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), que deberá estar finalizado en junio de 2024.

Ahora tocar facilitar las condiciones de contorno para que se materialicen los 294.000 millones de euros requeridos hasta 2030 por el Plan (un incremento del 22% respecto a la anterior versión), de los cuales el 85% será inversión privada a realizar por las empresas; es decir 250.000 millones de euros⁶.

Para poder llevar a cabo estas inversiones, es imprescindible contar con una regulación estable y predecible que aporte seguridad y haga de nuestro país un lugar más atractivo para acometer inversiones frente a nuestros competidores. Resulta fundamental también agilizar el *permitting* de los proyectos renovables y que el ciudadano vea

-
3. Sedigas, en colaboración con PwC y Biovic (2023): «Estudio de la capacidad de producción de biometano en España, 2023» (enero).
 4. Red Eléctrica (2023): «Las renovables baten récord y generan más de la mitad de toda la electricidad en España en 2023» (diciembre).
 5. Observatorio de la Transición Energética y la Acción Climática (OTEA) de BC3 (2023): «Estudio de emisiones adelantadas 2023» (diciembre).
 6. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023): «Borrador de la primera actualización del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)» (junio).

que la lucha contra el cambio climático y por el desarrollo industrial requiere de nuevas infraestructuras y, sobre todo, de la licencia social para construirlas.

Administraciones y empresas deberíamos ser capaces de explicarnos mejor y conseguir para los nuevos proyectos un sentimiento de pertenencia de las comunidades locales que directamente se benefician de ellos y del impacto positivo que tienen en el crecimiento de la biodiversidad.

Si me permiten una pequeña *boutade*, España no puede quedarse anclada en el pasado, en los desfasados presupuestos de NIMBY —*Not In My Back Yard*— de los años 80 y 90; deberíamos ser capaces de promover la solidaridad entre distintas comunidades y de evolucionar hacia el YIMBY —*Yes In My Back Yard*—.

5. PERSPECTIVAS PARA 2024

Hace apenas unas semanas que acabamos de comenzar un nuevo año. Un nuevo año en el que se prevé que la dimensión geopolítica continuará marcada por la situación en Ucrania, el conflicto surgido entre Israel y Hamás, y las tensiones de Oriente Medio.

Por tanto, un año que invita a la cautela ante la necesaria adaptación de los mercados a estas tensiones internacionales, y en el que debemos estar atentos ante posibles nuevos riesgos o tensiones en los precios.

Un año también marcado por los nuevos ciclos políticos que van a provocar las cerca de 70 elecciones que tendrán lugar en el mundo, en países como Estados Unidos, Rusia, India, México, Indonesia, Túnez, Venezuela o la Unión Europea.

Un año en el que España pondrá en marcha proyectos tan relevantes como los mercados de capacidad, el almacenamiento, las redes, los gases renovables, el hidrógeno renovable o los ecocombustibles.

Y un año en el que debemos aprovechar nuestro potencial para atraer nueva industria a nuestro territorio, y garantizar la competitividad de la existente.

En este contexto, les dejo nuestro compromiso: las empresas del sector energético y las personas que trabajamos en ellas pondremos, estoy seguro, nuestros mejores esfuerzos para que así sea, y para ayudar a crear un entorno que favorezca la creación de empleo, de progreso y de bienestar para nuestros conciudadanos y para nuestro país.

I

SOLUCIONES SOSTENIBLES AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

PRESENTACIÓN

CRISTINA RIVERO

Directora del Departamento de Industria, Energía, Medio Ambiente y Clima de CEOE

La COP de Dubai concluyó con varios mensajes claros: se consolida el objetivo de no sobrepasar la temperatura media mundial en más de 1,5°C, se reconoce colectivamente que con los planes y compromisos actualizados que los países han puesto sobre la mesa no se llega al objetivo y se acuerda, por tanto, acelerar e incrementar la acción climática. Esta aceleración pasa por alcanzar un pico en las emisiones de gases de efecto invernadero que debería tener lugar ya para conseguir el objetivo de 1,5°C y una reducción del 43% ya en 2030 y del 60% para 2035 respecto a 2019, y lograr cero emisiones netas de dióxido de carbono para 2050. El reto es formidable; solo quedan seis años para 2030, pero la verdad es que están pasando muchas cosas para alcanzar estos compromisos.

Estamos asistiendo a una carrera de la industria hacia la neutralidad climática en la que no queda ningún sector que no haya repensado su negocio en clave de sostenibilidad. La industria en España lleva ya décadas reduciendo sus emisiones de gases de efecto invernadero; de hecho, las ha reducido ya un 35% con respecto a los niveles del año 2005, en un contexto en el que la regulación, pero también los elevados precios energéticos, han hecho que la eficiencia y la descarbonización sean un imperativo.

Estas reducciones se han debido principalmente a una mejor gestión y ahorro de la energía, a las mejoras en la eficiencia de los procesos o al cambio a combustibles con menor contenido de carbono. Se han electricado aquellos procesos que lo permitían y se ha maximizado el uso de electricidad renovable en la medida de lo posible. Sin embargo, es un hecho claro que nuestra industria hoy en día no puede desarrollar su actividad sin consumir directamente combustibles fósiles o productos derivados de ellos o fabricados con ellos, y todas las medidas de descarbonización a su alcance no permiten llegar a una operación neutra en carbono.

Esta carrera hacia la descarbonización es impresionante; en el informe de la AIE sobre el escenario cero neto publicado en 2021 se estimaba que el 50% de las tecnologías

necesarias para alcanzar las emisiones cero netas en 2050 no estaban disponibles en el mercado. Tan solo en dos años, en la actualización de 2023, estas previsiones se han reducido al 35% y buena muestra es el avance y los desarrollos que están acometiendo nuestras empresas industriales, punteras y verdaderos agentes del cambio que necesitamos para descarbonizar nuestra economía.

Son necesarias soluciones sostenibles e innovadoras que ayuden a la industria a descarbonizarse y se están desarrollando ya en varios ámbitos: nuevos combustibles y materiales, optimización y cambio de procesos, o economía circular, pero tienen que ser rentables para no poner en riesgo la competitividad, por lo que serán no solo la innovación y la tecnología las que nos lleven a una Europa cero neto —o climáticamente neutra, como marcan el objetivo del *Green Deal* y la Ley europea del Clima—, sino que necesitamos medidas de apoyo y, sobre todo, la definición de marcos que hagan posibles las enormes inversiones que se requieren y que supongan un impulso a la industrialización y a la competitividad de nuestra industria.

MOVILIDAD SOSTENIBLE Y *POSITIVE MOTION*

CARLOS GINER MONLEÓN

Director comercial de Commercial & Clean Energies de Cepsa

La transición energética ofrece grandes oportunidades para Cepsa, para nuestros clientes, para la economía y para toda la sociedad en general. Como compañía energética diversificada sabemos que tenemos que desempeñar nuestro papel y facilitar esa transformación en línea con nuestro propósito: transformamos la energía y la movilidad para mejorar entre todos el mundo, porque está cambiando. 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.

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. La industria, como uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero, desempeña un papel crucial en la lucha contra este problema. Se requieren soluciones innovadoras y sostenibles.

POSITIVE MOTION es la estrategia de Cepsa para impulsar la movilidad y la descarbonización del transporte pesado terrestre, marítimo y aéreo y la industria. Cepsa está trabajando en soluciones de descarbonización para acompañar a sus clientes en cada paso del camino, poniendo a su disposición las soluciones energéticas y de movilidad para reducir el impacto medioambiental, transformando sus refinerías en parques energéticos diversificados, más eficientes y alimentados por fuentes renovables de energía, como el hidrógeno verde y el biometano, donde podamos aplicar innovación y sostenibilidad para desarrollar nuevos productos verdes que nos permitan descarbonizar nuestro proceso productivo, ayudando así a otros sectores en su descarbonización.

Para hacer frente al reto de ser más sostenibles, en Cepsa estamos mejorando y renovando nuestros activos industriales, aumentando la capacidad de procesamiento de biocombustibles de segunda generación a través de la tecnología, la investigación, la innovación y una estrecha cooperación con distintos aliados, aprovechando nuestra capacidad industrial y nuestros conocimientos técnicos. En este ámbito se incluyen la evaluación de nuevas tecnologías, proyectos de I+D para el coprocesamiento de resi-

duos y sinergias con otras empresas y universidades para impulsar la simbiosis industrial.

El reto de la descarbonización

Queremos descarbonizar nuestra actividad y la de nuestros clientes para contribuir a la consecución de la transición energética. Para ello las moléculas verdes (hidrógeno verde y biocombustibles) son nuestras aliadas, especialmente en aquellos sectores más difíciles de descarbonizar (industria y transporte pesado).

Los procesos industriales requieren la utilización de combustibles convencionales para asegurar su actividad, lo que provoca emisiones de carbono a la atmósfera.

En Cepsa fomentamos la innovación y trabajamos para ofrecer soluciones personalizadas que permitan la progresiva descarbonización de la industria, como los biocombustibles, el hidrógeno verde o la electricidad renovable.

El reto de la movilidad sostenible

Con el objetivo de alcanzar las cero emisiones netas en 2050 entendemos las necesidades y desafíos del transporte y nos adaptamos diversificando nuestras soluciones energéticas para la movilidad.

El *Plan de Sostenibilidad* es la hoja de ruta de Cepsa para impulsar el impacto positivo y la sostenibilidad por medio de actuaciones vinculadas a criterios de medio ambiente, sociales y de buen gobierno (ESG), que implican de forma transversal a todas las áreas de la compañía. Y es una de las principales palancas del cambio para impulsar nuestra estrategia *POSITIVE MOTION* para 2030 y contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, a través de ocho pilares en torno a los que se estructuran nuestros compromisos.

Talento:

- 30% de mujeres en puestos de liderazgo en 2025.
- 2% de empleados con discapacidad en nuestra plantilla en 2025.
- 1% de personas con discapacidad en personal externo contratado en 2025.

Clima:

- Reducir las emisiones de alcance 1 y 2 en un 55% para 2030 frente a 2019.
- Reducir un 15-20% el índice de intensidad de carbono de las ventas de productos energéticos para 2030 frente a 2019.
- Objetivo Cero Neto en 2050.

Economía circular:

- Incrementar la circularidad de los residuos producidos en un 50% para 2030.
- Aumentar en un 15% la presencia de materias primas renovables y circulares en los Parques Energéticos para 2030.

Medio ambiente:

- Reducción del 20% de la extracción de agua dulce en zonas de estrés hídrico para 2025.
- No vamos a efectuar nuevas actividades de prospección o producción de petróleo y gas en lugares declarados Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

Seguridad y salud:

- Hacia entornos de trabajo seguros con cero accidentes.

Ética y derechos humanos:

- Trabajamos contra la corrupción y los comportamientos anticompetitivos e inadecuados.
- Cadena de suministro.
- Antes de finales de 2025, el 100% de nuestros principales proveedores conseguirán la calificación ESG.

Comunidades:

- Nos comprometemos activamente con las comunidades en las que operamos.
- Apoyamos a las organizaciones que actúan cerca de nuestros centros.

Transformando nuestro negocio energético:

Mobility & New Commerce

Commercial & Clean
Energies

Energy Parks



Química

El hidrógeno verde, impulsor de la descarbonización

Cepsa está trabajando en varios proyectos en el ámbito del hidrógeno verde: en el marco de *POSITIVE MOTION*, Cepsa está desarrollando el «Valle andaluz del hidró-

geno verde», el proyecto más ambicioso de hidrógeno renovable de España y uno de los más importantes de Europa, que permitirá acelerar la transición energética y conseguir una mayor independencia energética del continente.

Con una inversión de más de 3.000 millones de euros, contará con dos centros de producción de hidrógeno verde en nuestros Energy Parks de Palos de la Frontera (Huelva) y San Roque (Campo de Gibraltar, Cádiz). Las plantas tendrán una capacidad combinada de electrólisis de 2 GW y producirán hasta 300.000 toneladas de hidrógeno verde al año. Asimismo, su construcción nos permitirá impulsar la producción de biocombustibles 2G y productos derivados como el amoníaco y metanol verdes, que contribuirán a la descarbonización de nuestros clientes industriales y del sector del transporte pesado.

Todo ello evitará la emisión de 6.000.000 t. de CO₂/año y la emisión de otros gases y partículas, mejorando así la calidad del aire y contribuyendo a la consecución de los objetivos de la Agenda 2030 de Naciones Unidas. Generar la energía renovable necesaria para estas plantas será posible gracias al desarrollo de proyectos eólicos y solares.

El *Valle andaluz del hidrógeno verde* convertirá a Andalucía y a España en una potencia energética europea con capacidad de exportación, contribuyendo a la seguridad de suministro y a la independencia energética de Europa, respaldando así la estrategia *REPowerEU* y de ayudar a lograr los objetivos de la Agenda 2030 para luchar contra el cambio climático.

Supondrá la generación de 10.000 puestos de trabajo, 1.000 de manera directa, y dinamizará la actividad económica de más de 400 pymes de la zona. Asimismo, potenciará la actividad industrial de la región facilitando el acceso a una energía asequible, accesible, segura y sostenible, próxima además a los centros de producción. Será un polo de atracción para otros eslabones de la cadena de valor del hidrógeno, como fábricas de electrolizadores, plantas de fertilizantes verdes o tecnología de transporte del hidrógeno. Desde Cepsa vamos a invertir en la capacitación de nuevos perfiles laborales a través de los centros formativos de nuestros Energy Parks y de otras alianzas con las universidades de la región.



Los biocombustibles en Cepsa

BENEFICIOS DE USAR BIOCOMBUSTIBLES 2G



En el marco de nuestra estrategia 2030, *POSITIVE MOTION*, tenemos el objetivo de liderar la fabricación de biocombustibles 2G en España y Portugal siendo una parte fundamental para ir más allá del cero neto y ser «positivo neto» en 2050.

Aspiramos a liderar la fabricación de biocombustibles en España y Portugal, y para ello queremos contar en 2030 con una capacidad de producción anual de 2,5 millones de toneladas de biocombustibles, de las que 800.000 serán de combustible sostenible de aviación (SAF), una cantidad suficiente como para sobrevolar 2.000 veces el planeta.



En 2022 comenzamos a producir biocombustibles 2G en nuestro Parque Energético «La Rábida» en Palos de la Frontera (Huelva), gracias a la reconversión de algunas de nuestras instalaciones productivas. Hay mucha innovación en cambiar el modelo ener-

gético fósil hacia uno más sostenible. El desarrollo de nuevas soluciones de descarbonización requiere en muchos casos tecnología que todavía no ha alcanzado un grado de madurez.

En abril de 2023 anunciamos la construcción, junto a Bio-Oils, de la mayor planta de biocombustibles 2G del sur de Europa en el Parque Energético «La Rábida». En febrero de 2024 comenzamos su construcción, y su puesta en marcha en 2026 permitirá duplicar la actual capacidad de producción de biocombustibles de segunda generación a Cepsa y Bio-Oils, hasta alcanzar un millón de toneladas.

Además, hemos comenzado la búsqueda y desarrollo de proyectos para la construcción y operación de plantas para la producción de biometano a partir de residuos agrícolas y ganaderos. En 2030, aspiramos a gestionar una cartera de proyectos de 4 TWh al año, equivalente a la energía suficiente para 650.000 hogares.

Los biocombustibles son un tipo de combustible renovable que proviene de materia orgánica. Su principal característica es que poseen un nivel de emisiones netas de CO₂ en su ciclo de vida significativamente inferior al de los combustibles fósiles tradicionales. Estos biocombustibles:

a) *Ayudan a la descarbonización.*

Su carácter renovable hace que generen un nivel de emisiones netas de CO₂ durante su ciclo de vida significativamente inferior al de los combustibles fósiles tradicionales (hasta un 90% menos). Algo muy beneficioso en sectores difíciles de electrificar como la industria o el transporte pesado terrestre, aéreo y marítimo.

b) *Aceleran la transición energética.*

Como son químicamente análogos a los combustibles fósiles empleados en los motores de vehículos, camiones, barcos y aviones actuales, pueden sustituirlos parcial o totalmente sin necesidad de realizar modificaciones. Esto hace que se puedan emplear desde este momento, acelerando la transición energética.

c) *Fomentan la economía circular.*

Cuando se producen a partir de residuos orgánicos, les dan una segunda vida a estos desechos que, de otro modo, terminarían en vertederos. Esto los convierte en una solución energética sostenible con la que se fomenta la economía circular.

d) *Favorecen la independencia energética.*

Son una alternativa a los combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo y el gas, lo que permite diversificar las fuentes energéticas y, por tanto, con-

tribuyen a incrementar la seguridad de suministro y la independencia energética estratégica de España y Europa.

e) *Aprovechan tecnologías e instalaciones.*

Ya existen tecnologías maduras con las que llevar a cabo su producción y, en ciertos casos, se pueden reutilizar instalaciones industriales existentes, con ciertas modificaciones, para su fabricación.



**ARRANCA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE
BIOCOMBUSTIBLES 2G**



COMERCIALIZACIÓN DE HVO 100

Estamos transformando nuestra compañía para ser líderes en energía sostenible, alcanzar emisiones netas cero antes de 2050 y crear un futuro mejor para todos:

a) *Desarrollando un amplio ecosistema de movilidad eléctrica.*

Ofrecemos a los usuarios de vehículo eléctrico una solución integral para la recarga tanto en domicilio como en carretera.

b) *Facilitando una mayor red de puntos de recarga ultrarrápida en carretera.*

Nuestro objetivo en 2030 es contar con una amplia red de puntos de recarga en nuestras estaciones de servicio.

c) *Transformando nuestra red de estaciones de servicio.*

Convirtiéndolas en espacios digitalizados que ofrecen una amplia variedad de servicios de ultra conveniencia y restauración.

d) *Apostando por los combustibles renovables.*

Todos nuestros combustibles incluyen hasta un 10,5% de biocombustibles. Además, hemos comenzado la comercialización de HVO (diésel 100% renovable) para clientes profesionales.

e) *Impulsando la demanda de hidrógeno verde en el transporte por carretera.*

Nuestra meta es contar en 2030 con una estación de repostaje cada 300 km, en los corredores que conectan España con Europa.

Y para lograr todo ello tenemos muy claro que la colaboración es fundamental, no solo entre empresas, sino también con el sector público. En Cepsa entendemos la transición energética como un juego de equipo y por eso estamos desarrollando todo un ecosistema de alianzas; en menos de dos años hemos conseguido establecer acuerdos con más de 60 socios. Trabajar juntos es la forma de generar sinergias, compartir conocimiento y avanzar más rápido en la construcción de un futuro sostenible.

España no tiene solo las condiciones para liderar la producción de energías renovables, sino también las de convertir esta oportunidad en una palanca para reindustrializar el país y multiplicar nuestra competitividad. En los últimos años hemos conseguido grandes avances gracias al compromiso de las Administraciones con su apuesta por la transición energética y a la colaboración público-privada, pero si no seguimos esta senda existe el riesgo de quedarse atrás.

Entendemos la transformación digital como un motor de crecimiento y eje fundamental para acelerar la transición energética

La Industria 4.0 está dando un giro de 180 grados al modo en que las compañías operan, así como al entorno en el que compiten y el mercado en el que trabajan. Aunque el proceso de implantación de la digitalización y las nuevas tecnologías en empresas en España todavía no es muy intenso, avanza de forma progresiva y sin pausa, y cada vez más fábricas están adoptando estrategias para implementar el IoT y ser parte de la llamada Industria 4.0. El sector industrial español ha sido históricamente uno de los más importantes en la economía del país, y la adopción de la Industria 4.0 es una oportunidad para modernizar y mejorar la eficiencia y la competitividad de las empresas. En España, la adopción de la Industria 4.0 se encuentra en una etapa de crecimiento y se espera que continúe expandiéndose en los próximos años.

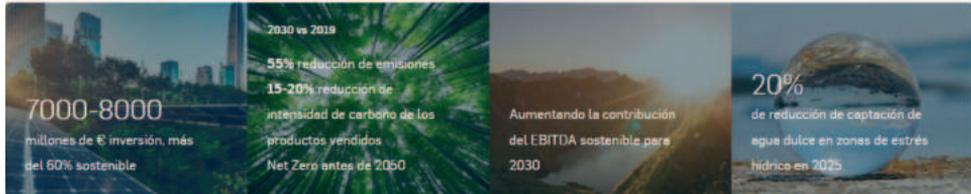
* * *

En resumen, la descarbonización de la industria es un desafío complejo que requiere un enfoque integral que combine la eficiencia energética, la adopción de energías renovables, la electrificación, la captura y almacenamiento de carbono, la economía circular y la digitalización. Al trabajar juntos para implementar estas soluciones, podemos mitigar los impactos del cambio climático y construir un futuro más sostenible para las generaciones venideras.

Así, *POSITIVE MOTION* representa nuestro camino para transformar nuestro negocio, convertirnos en líderes en hidrógeno verde, biocombustibles de segunda generación y movilidad sostenible, impulsando la transición energética. Nace un nuevo ecosistema de movilidad y energía sostenibles.

Juntos hacemos posible un crecimiento económico sostenible y una actividad empresarial con menos impacto medioambiental.

Nuestros compromisos



EL HIDRÓGENO COMO ALTERNATIVA

NATALIA LATORRE

Directora general de Transición Energética de Enagás

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. 2. *REPOWEREU*. 3. 2023: AÑO CLAVE PARA EL DESARROLLO DEL HIDRÓGENO. 4. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA. 5. PROCESO DE *CALL FOR INTEREST*. 6. LAS INFRAESTRUCTURAS, ELEMENTOS INDISPENSABLES.

1. INTRODUCCIÓN

Europa llevaba tiempo poniendo la descarbonización en el centro de su política energética, derivado de su compromiso con la lucha contra el cambio climático y su apuesta firme de ser climáticamente neutra en el 2050. Con el Pacto Verde Europeo (*Green Deal*), se buscaba el objetivo de transformar la economía europea en una economía descarbonizada, y, con el paquete *Fit for 55*, Europa se compromete a reducir en un 55% las emisiones GEI para el 2030 respecto a las emisiones del año 1990. Este paquete contiene medidas relativas a energía, eficiencia energética, gases renovables, uso del suelo, transporte y fiscalidad, para poder alcanzar los objetivos planteados.

Pero tras la invasión de Ucrania, además de la catástrofe humanitaria y de la recesión económica, el mercado energético mundial se vio afectado. Fuimos conscientes de la dependencia energética europea de terceros países, en este caso del gas y los productos petrolíferos rusos, e hizo que de repente la transición energética adquiriese una nueva dimensión, que es la de independencia energética. Y ahí aparece el *Plan REPowerEU*.

La combinación de estos dos planes, *REPowerEU* y *Fit for 55*, supone acelerar de forma extraordinaria el ritmo de transformación de la economía europea y, en concreto, de la transición energética.

Es cierto por otro lado que en la actualidad la descarbonización pone especial énfasis en la electrificación basada en energías renovables eléctricas. Sin embargo, la ace-

lización del ritmo de descarbonización de la economía impulsa a complementar, ya en el corto plazo, la electrificación con la penetración de gases renovables. En este contexto, el hidrógeno renovable —y sus derivados tales como el amoníaco—, se presenta como vector imprescindible para alcanzar los objetivos de descarbonización, en especial en aquellos sectores difíciles de electrificar como el transporte pesado, marítimo y aviación, en la industria con altos requerimientos de temperatura (industria de calor: siderurgia, química, minerales no metálicos, ceramistas) donde el hidrógeno renovable está llamado a jugar un papel clave. También reemplazará al hidrógeno de origen fósil que actualmente se utiliza en procesos industriales (refinerías y fertilizantes).

2. *REPOWEREU*

REPowerEU establece un objetivo de consumo interno en la Unión de 20 Mt para el año 2030 de hidrógeno verde y derivados, la mitad de los cuales deberá ser producido internamente dentro de la UE y la otra mitad importada desde terceros países.

A su vez, establece que de estos 20 Mt:

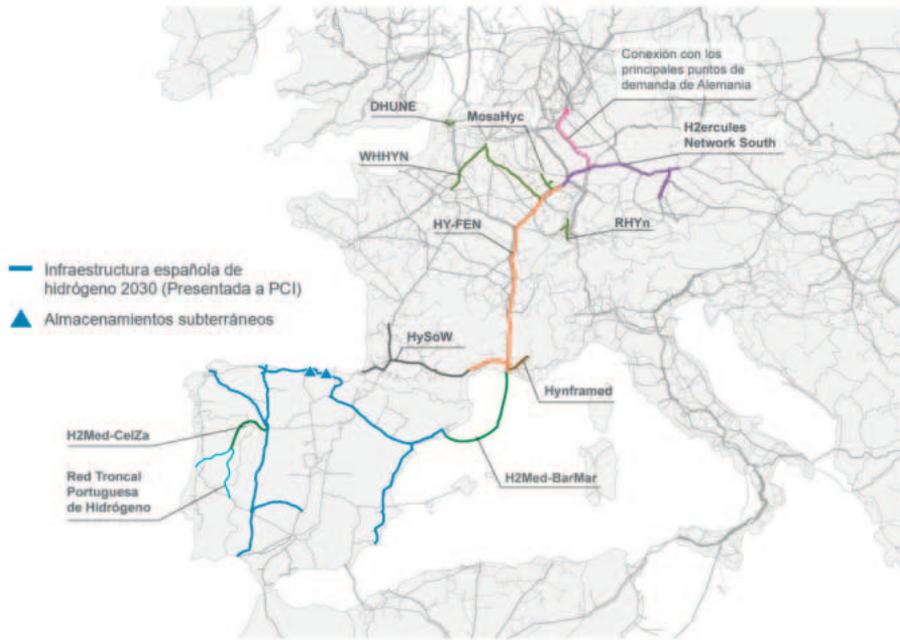
- En lo que respecta a la demanda de H₂:
 - El 66% será consumido por la industria:
 - ✓ El 46% (correspondiente a 7,4Mt) en la industria de calor, refino y siderurgia.
 - ✓ El 20% (3,2 Mt) será consumido por la industria de los fertilizantes.
 - Cerca del 25% será consumido en el sector transporte (15% H₂ y 10% combustibles sintéticos producidos a partir de H₂)
 - El 8% dedicado a *blending*.
 - Y menos del 1% se dedicará a generación eléctrica.
- El 80% será transportado en forma de H₂ por corredores europeos (siendo 10 Mt producidas internamente y 6 Mt importadas) y el 20% restante se transportará en forma de amoníaco (importaciones por barco).

Uno de esos corredores que transportarán el hidrógeno renovable desde las zonas excedentarias de producción a las zonas de consumo es el corredor ibérico del hidrógeno, con H2Med y la red troncal española de infraestructuras de hidrógeno. H2Med favorecerá la exportación de hasta 2Mt de hidrógeno verde en 2030 desde la península ibérica a Francia para su posterior consumo en Centroeuropa (principalmente Alemania, que tendrá que cubrir el 70% de sus necesidades de hidrógeno¹ con importaciones). Estos 2Mt representan el 10% de la demanda proyectada a 2030 por *REPowerEU*. El corredor será clave para atender las

1. 2,7 Mt en 2030 según su Hoja de Ruta.

necesidades de hidrógeno europeas de una forma competitiva, pudiendo integrar nuevos volúmenes de hidrógeno procedentes del norte de África (gráfico 1).

Gráfico 1. Infraestructura española de hidrógeno



3. 2023: AÑO CLAVE PARA EL DESARROLLO DEL HIDRÓGENO

En el *ámbito europeo*, el año 2023 ha sido el año decisivo para la finalización del marco regulatorio básico que va a permitir el despliegue del sector del hidrógeno, y a Enagás avanzar en su propuesta de infraestructuras (Gráfico 2):

Gráfico 2. Hitos 2023



- A mediados de año dispusimos de una definición de hidrógeno renovable a través de los Actos Delegados.
- En otoño se completó la mayor parte del Paquete *Fit for 55*, destacando la Directiva de Energías Renovables, que incluyó objetivos vinculantes en la industria y el transporte de consumo de hidrógeno.
- Contamos también con regulación para el sector del transporte marítimo, y objetivos vinculantes para el despliegue de estaciones de servicio de hidrógeno.
- Finalmente, La Directiva y el Reglamento que componen el Paquete de los Mercados de Hidrógeno y Gas Descarbonizado fueron acordados a finales de noviembre y mediados de diciembre, respectivamente.

En paralelo se ha tramitado la primera lista PCI (Proyectos de Interés Común) que contendrá infraestructuras de hidrógeno, confirmándose en noviembre la inclusión de todos los candidatos que presentó Enagás: la red troncal española a 2030, sus almacenamientos subterráneos asociados, y las interconexiones integradas en H2Med. Esta lista será publicada definitivamente este año, lo que nos permitirá continuar avanzando con los proyectos optando a fondos europeos CEF (*Connecting Europe Facilities* en su capítulo de Energía), primero para completar los estudios, y más adelante para acometer su construcción.

En el *ámbito español*, también ha sido un año relevante de despliegue del hidrógeno:

- En junio de 2023 se publicó el borrador del PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima), situando a España como el país con un objetivo más alto de capacidad de producción de hidrógeno, con 11 GW de capacidad instalada a 2030, reconociendo el papel de las infraestructuras. Además establece el reemplazo del 74% del hidrógeno gris utilizado en la industria actualmente, así como objetivos específicos de producción de combustibles renovables de origen no biológico (RFNBO) para el sector del transporte y la aviación.
- Como broche final a lo acontecido en 2023, terminamos el año con la designación de Enagás como gestor provisional de la red española de hidrógeno, según el Real Decreto-ley 8/2023 aprobado el 27 de diciembre. Este RD encomienda a Enagás, en tanto que TSO:
 1. Presentar (a la Dirección General de Política Energética y Minas) en un plazo de cuatro meses una propuesta no vinculante de la infraestructura de hidrógeno para España, con un horizonte de diez años.
 2. En segundo lugar, nos habilita como representantes de nuestro país en la creación de la Red Europea de Gestores de Redes de Hidrógeno (ENNOH).

- Y, en tercer lugar, nos permite desarrollar la red de hidrógeno en el ámbito de los proyectos de interés común europeo, PCIs, mediante personas jurídicas separadas horizontalmente.

Esta designación provisional, hasta la trasposición de la directiva, está muy alineada con lo que están haciendo otros países europeos.

4. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

La descarbonización de la industria es un desafío crucial en la lucha contra el cambio climático. Por ello en Enagás llevamos tiempo analizando las distintas alternativas tecnológicas para la descarbonización de los diferentes sectores industriales. En concreto, los datos representados en el gráfico 3 muestran el análisis que llevamos a cabo previamente a la publicación de *REPowerEU*, donde emerge el gran potencial de penetración del hidrógeno (en general, por encima del 40%) en la mayor parte de la industria.

Gráfico 3. Penetración del hidrógeno en distintas ramas industriales

Rama de actividad	Grado de penetración (sustitución de combustibles fósiles)			Rama de actividad	Grado de penetración (sustitución de combustibles fósiles)		
	Gas natural	Electricidad	H ₂		Gas natural	Electricidad	H ₂
Siderurgia			100%	Metallurgia no férrea		40%	60%
Química			100%	Construcción		30%	70%
Minerales no metálicos*			100%	Equipos de transporte		40%	60%
Alimentación, bebidas y tabaco		60%	40%	Maquinaria		40%	60%
Madera, corcho y muebles		80%	20%	Extractivas (no energéticas)		40%	60%
Textil, cuero y calzado		60%	40%	Pasta, papel e impresión	50%		50%
Refino				Cemento*	15%		85%

*El grado de penetración del hidrógeno en esta rama de actividad depende de la tecnología utilizada para su producción. El hidrógeno producido a partir de gas natural puede tener un grado de penetración del 100%, mientras que el producido a partir de electricidad puede tener un grado de penetración del 40%.

*El grado de penetración del hidrógeno en esta rama de actividad depende de la tecnología utilizada para su producción. El hidrógeno producido a partir de gas natural puede tener un grado de penetración del 100%, mientras que el producido a partir de electricidad puede tener un grado de penetración del 40%.

Y es que el hidrógeno ofrece una variedad de ventajas que lo hacen atractivo para un gran número de aplicaciones industriales, no solo por su carácter renovable, sino también por su versatilidad como vector energético permitiendo su uso en una amplia gama de sectores industriales, y la capacidad para poder almacenar y transportar energía de manera eficiente, abordando el desafío que supone la intermitencia en la generación de energía renovable.

Algunos sectores en concreto (los que aparecen en un recuadro punteado en el gráfico 3) presentan mayor potencial para la electrificación.

5. PROCESO DE *CALL FOR INTEREST*

La primera propuesta de infraestructuras básicas de hidrógeno para el año 2030 presentada para conseguir la candidatura de proyecto PCI en diciembre de 2022, per-

mitía conectar las zonas de producción con las zonas de demanda a lo largo de la geografía española, y además permitía transportar el excedente de producción de hidrógeno renovable a zonas deficitarias del norte de Europa. Esta primera propuesta estaba basada en un análisis de mercado de estimación de la producción y demanda futura de hidrógeno en base a los datos disponibles en aquel momento.

Enagás, en su vocación de empresa de utilidad pública, actuando exclusivamente como facilitador, no como agente «casador» de oferta y demanda, llevó a cabo un proceso de *Call For Interest* a finales de 2023 con el objeto de poder contar con información pormenorizada sobre las necesidades reales de los actores del sistema del hidrógeno en España.

El proceso fue abierto, transparente y no discriminatorio, auditado y verificado por Bureau Veritas, y contó con el apoyo de Comunidades Autónomas, organismos oficiales, empresas, asociaciones, centros de investigación, universidades y valles del hidrógeno, alcanzando una altísima participación: 206 empresas registraron información relativa a 650 proyectos, de los cuales un 65% son de producción.

La capacidad de producción de todos los proyectos registrados arroja una producción potencial máxima de hidrógeno de cerca de 8 Mt en 2030 (con más de 74 GW de electrólisis) y cerca de 9 Mt en 2040 (con más de 84 GW de electrólisis), y una demanda de 1,3 Mt y 1,5 Mt, respectivamente (Gráfico 4).

Gráfico 4. Proceso de *Call For Interest*



El análisis de toda la información que nos ha transmitido el mercado nos ha permitido definir tres escenarios (Gráfico 5):

1. El que hemos llamado escenario *MÁXIMO* es el que incluye las cifras totales incorporadas por los agentes en la *Call For Interest*.
2. El escenario *CALL FOR INTEREST*, que tiene en cuenta solo aquellos proyectos considerados más maduros, según la información proporcionada por los pro-

motores en el proceso. Son aquellos que cumplen al menos uno o más de los siguientes requisitos:

- que cuentan ya con contrato de compra-venta de hidrógeno;
- están en fase de construcción o desarrollo;
- están en fase de tramitación con sociedades promotoras ya constituidas.

En este escenario que hemos llamado «*Call For Interest*» se incluyen los proyectos vinculados a exportaciones, pero se han descontado los autoconsumos, dado que no requieren infraestructura.

3. Y un escenario *BASE* que, tomando los criterios establecidos en el escenario *Call For Interest*, solo considera proyectos cuyo foco se centra, principalmente, en consumo nacional. Las cifras de este escenario están muy alineadas con las que recoge el PNIEC, con una capacidad de electrólisis identificada de 13,4 GW, muy alineado con los que contempla la actualización del PNIEC.

Gráfico 5. Escenarios del *Call For Interest*



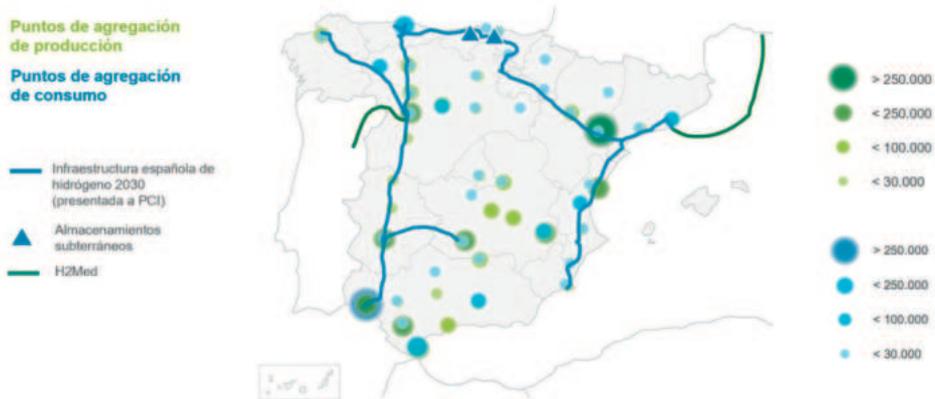
El escenario de *Call For Interest* para el año 2030 representa lo siguiente:

- En lo que respecta a la producción de hidrógeno renovable, se sitúa en torno a 2,5 Mt/a, con una capacidad de electrólisis de 23,3 GW.
- En lo que respecta a la demanda, se situaría en torno a 1 Mt/a, una cifra que es superior al consumo actual de hidrógeno en España, que está en aproximadamente 600.000 toneladas anuales de hidrógeno gris. Esto nos revela dos aspectos:
 - Que la industria española habrá sustituido ese hidrógeno gris por hidrógeno verde. Un claro indicador de su voluntad y compromiso por descarbonizarse y contribuir a alcanzar el Cero Neto antes de 2050.
 - Y que ya en 2030 se prevén nuevos usos de este vector.

Los datos ponen de manifiesto que la producción nos permitirá atender tanto la demanda interna de nuestro país como la exportación por H2Med y mediante otras moléculas portadoras, base imprescindible para convertir a España en el primer *hub* de hidrógeno verde de Europa.

En el gráfico 6 podemos ver la representación de los diferentes puntos de agregación de producción y consumo basado en la información remitida por los participantes en el proceso de *Call For Interest*, así como la propuesta de red troncal de hidrógeno PCI.

Gráfico 6. Punto de agregación de producción y consumo de hidrógeno renovable



La demanda y la oferta se localizan de forma a menudo diferenciada por el territorio español y de forma no siempre coincidente. Así se constata, como podemos ver en el gráfico, al solapar los puntos de agregación de producción con los puntos de agregación de demanda.

Esa es la racionalidad que hace necesario contar con una infraestructura de hidrógeno vertebradora de oferta y demanda, y que proporcione seguridad de suministro mediante sistemas de almacenamiento.

Los datos obtenidos de la *Call For Interest* refrendan el diseño preliminar de la red de infraestructuras que presentamos a la convocatoria de PCI.

El diseño de la red permite también el transporte de hidrógeno verde hacia los puertos, que van a desempeñar un papel clave para el desarrollo de *hubs* descarbonizados para servicios logísticos multimolécula: metanol, amoniaco, CO₂...

Más del 80% de los trazados de esa futura red de hidrógeno son paralelos a los de la actual red gasista. Y esto aportará importantes ventajas en lo relativo a:

- Reducción de los plazos de tramitación.
- Ahorro en costes.

- Derechos de paso y vía.
- Y menor impacto ambiental.

Además, se han identificado también los primeros tramos de reconversión de tuberías que actualmente transportan gas, en total 525 km en una primera fase.

Analizada toda la información, el proceso de *Call For Interest* ha permitido identificar nuevos centros de producción y consumo en todas las Comunidades Autónomas españolas peninsulares, con lo que eso supondrá para nuestras industrias y para el desarrollo económico de los territorios.

Toda esta información será clave para uno de los mandatos que el RDL 8/2023 otorgó a Enagás como Gestor Transitorio de la Infraestructura de Hidrógeno HTNO: el envío de una propuesta de desarrollo de la infraestructura troncal española de hidrógeno con un horizonte a 10 años. Los siguientes pasos en relación con una Planificación, deberán ser dados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En el proceso de *Call For Interest* también consideramos muy relevante preguntar por otras moléculas, como son el amoniaco y el CO₂.

1) En cuanto al amoniaco (Gráfico 7):

- Recibimos expresiones de interés para producir más de 5 Mt/año de amoniaco, que implican un consumo aproximado de 900.000 toneladas de hidrógeno.
- 41 empresas han mostrado interés en el uso de infraestructuras para el transporte de cerca de 4 Mt/año de amoniaco.
- En el gráfico 7 se pueden observar las principales zonas de influencia de esta molécula, según la información obtenida.

Gráfico 7. Zonas de influencia del amoniaco



2) En lo referente al CO₂ (Gráfico 8):

- Se estiman 10,4 Mt al año de necesidades de captura de CO₂.
- 37 empresas se han mostrado interesadas en la captura de CO₂ y 53 empresas en contar con infraestructuras de transporte.

Gráfico 8. Empresas interesadas en captura e infraestructura de transporte de CO₂



6. LAS INFRAESTRUCTURAS, ELEMENTOS INDISPENSABLES

Las infraestructuras de transporte de hidrógeno son claves para el desarrollo y consolidación de toda la cadena de valor del hidrógeno, resultando estratégicas para cualquier país. Permiten la creación de un mercado líquido competitivo, con garantía de suministro para los usuarios. Para que la red de hidrógeno sea una realidad será necesario:

1. Impulsar la financiación. Por ejemplo, se deberían dotar con mayores cuantías los fondos plurianuales de *Connecting Europe Facilities* (CEF), dado que estos fueron previstos con anterioridad a los nuevos objetivos, aún más ambiciosos, de despliegue del H₂.
2. Simplificar y acortar procedimientos de planificación y permisos para el desarrollo de las energías renovables y de las infraestructuras de hidrógeno.
3. Facilitar una planificación integrada del sistema energético. Las infraestructuras de hidrógeno deberán ser reguladas como las redes eléctricas y gasistas desde el principio, permitiendo un dimensionamiento óptimo que facilite a los usuarios posteriores hacer el cambio a hidrógeno.

En el sistema energético futuro habrá una mayor integración con instalaciones que interaccionan entre redes, como es el caso de los ciclos combinados de gas natural y de los electrolizadores (que ligarán la red eléctrica con la red de ductos de hidrógeno).

La planificación coordinada de las infraestructuras energéticas permitirá además la reutilización de gasoductos existentes, reduciendo el coste de la futura red de H₂. En este sentido, planificar el futuro sistema del hidrógeno implica «desplanificar» el sistema del gas natural, y esto debe hacerse con un enfoque integrado.

LA DESCARBONIZACIÓN Y EL PAPEL DE LOS DISTINTOS VECTORES ENERGÉTICOS

ROSA GARCÍA

Presidenta de Exolum

SUMARIO: 1. PRIORIDADES EN MATERIA ENERGÉTICA. 2. DESCARBONIZACIÓN. 3. MATERIAS PRIMAS VS. VECTORES. 4. SOBRE LA ELECTRICIDAD COMO VECTOR ENERGÉTICO. 5. BIOCOMBUSTIBLES Y BIOCOMBUSTIBLES AVANZADOS. 5.1. *Biocarburantes avanzados*. 5.2. *Carburantes sintéticos*. 5.3. *Barreras y palancas*. 6. HIDRÓGENO Y DERIVADOS. 7. PROPUESTAS PARA EL MARCO DE DESARROLLO DE LOS VECTORES ENERGÉTICOS.

1. PRIORIDADES EN MATERIA ENERGÉTICA

En cualquier reflexión que hagamos sobre el escenario energético actual o futuro, parece necesario comenzar reiterando el papel que juega la energía como uno de los «inputs» más importantes en la satisfacción de las necesidades humanas y en el crecimiento económico y el aumento del bienestar de las personas asociado a dicho crecimiento.

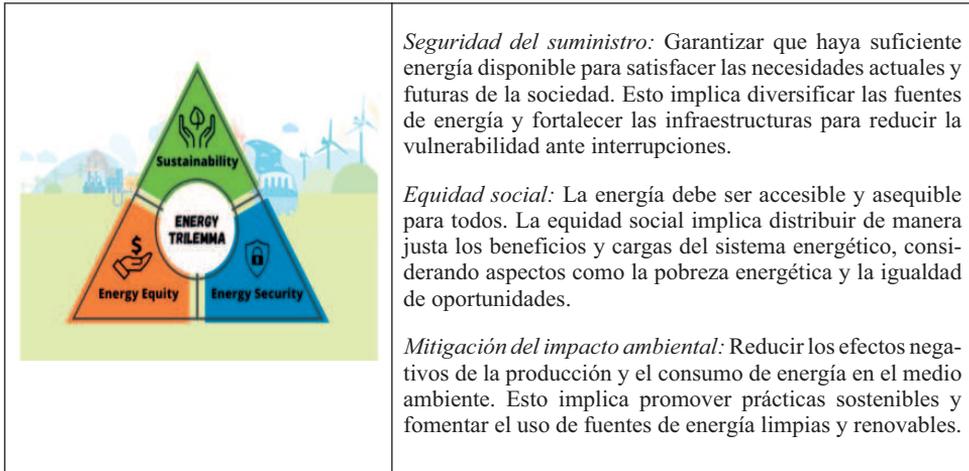
Pero la gestión de la energía como un recurso imprescindible para el mantenimiento y mejora del bienestar de las personas y de la sociedad no puede realizarse de forma separada del concepto de sostenibilidad, que debe enmarcar cualquier aspecto de gestión empresarial y también de análisis y decisión en el ámbito de la gestión pública. Debe existir un vínculo entre la gestión energética y la gestión de la sostenibilidad económica, ambiental y social.

Quizá una de las formas más solventes de incrustar el concepto de sostenibilidad en el sector energético venga de la mano del concepto de trilema energético propuesto por el Consejo Mundial de la Energía (Gráfico 1). Sin entrar en demasiado detalle en la descripción del concepto, sí puede resultar conveniente reproducir los dos componentes fundamentales del concepto de «trilema energético» que podríamos situar:

- por un lado, en los tres vértices que lo configuran; seguridad de suministro, equidad social y medio ambiente;

- por otro lado, en la interdependencia existente entre los objetivos de cada uno de los vértices y también entre las acciones que se podrían diseñar en cada uno de dichos vértices.

Gráfico 1. Trilema energético



Como ya se ha mencionado, además de estar integrado por tres vértices, el trilema energético implica un delicado equilibrio entre cada uno de ellos. En efecto, estos vértices están intrínsecamente entrelazados, y cualquier acción tomada en uno de ellos puede tener efectos significativos en los otros dos. Aunque las mencionadas interacciones resultan evidentes, puede ser también relevante incidir en las mismas para resaltar la necesidad de que las políticas y proyectos que se emprendan posibiliten el avance equilibrado en todos y cada uno de los vértices, por ejemplo:

- La seguridad de suministro debe permitir el uso transitorio de fuentes tradicionales como la mejor vía para posibilitar la transición energética, pero esto implica un mantenimiento del impacto negativo de estas energías tradicionales en el medio ambiente, por lo que identificamos que es necesario alcanzar un equilibrio entre seguridad de suministro y medio ambiente.
- A la vez, la introducción de fuentes renovables para mitigar el impacto en el medio ambiente debe hacerse garantizando que en la transición ningún área geográfica o grupo social queda excluido de la posibilidad de satisfacción de sus necesidades energéticas, lo que pone de manifiesto una segunda interdependencia que requiere el diseño de políticas y acciones equilibradas.

Se trata por lo tanto de tres vértices imprescindibles en la gestión de la energía como palanca del crecimiento y bienestar social, que deben ser abordados de forma conjunta con políticas y proyectos adecuados y equilibrados. Entre las líneas estratégicas en las que se deben ubicar estos proyectos e iniciativas podríamos citar algunas como la

diversificación de las fuentes de energía, la neutralidad tecnológica y la inversión en infraestructuras resilientes. Pero no se pueden olvidar otras medidas como, por ejemplo:

- el foco en la intensidad energética de la industria;
- la educación y formación en hábitos de consumo de los ciudadanos para minimizar las necesidades energéticas con el mismo nivel de satisfacción de necesidades humanas;
- y la cooperación internacional para garantizar que las decisiones tomadas en un país o área no afecten irremisiblemente la seguridad energética en otras áreas.

En resumen, la gestión del trilema energético debe ser holística y colaborativa. Los gobiernos, las empresas y la sociedad civil deben trabajar juntos para encontrar soluciones que equilibren estos tres vértices de manera sostenible. Solo así podremos construir un futuro energético que beneficie a todos sin comprometer el medio ambiente.

2. DESCARBONIZACIÓN

A nivel global existe un consenso sobre la necesidad de limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como vía inexcusable de actuación frente al cambio climático. Dicho objetivo va asociado al aumento de penetración de *fuentes renovables* y de aumento de la *eficiencia energética*. Estas líneas de actuación son las que han inspirado, por ejemplo, las políticas energéticas de la Unión Europea en paquetes como el 20/20/20 o el *Fit for 55*, por citar los ejemplos más globales.

«Primero la eficiencia»

No obstante, e independientemente de la necesidad de disminuir la emisión de GEI, desde una aproximación global de gestión, todos los procesos, productos y servicios deben evolucionar hacia el aumento del valor, pero persiguiendo de forma continua la *disminución en el uso de recursos*.

La mejora de la intensidad energética, aunque en estos años está impulsada por la relación energía-emisiones, debe ser abordada también como un axioma de gestión. Es decir, cualquier organización y las personas que las gestionan deben disponer políticas, sistemas, iniciativas y proyectos encaminados a la eficiencia energética en el ámbito del paradigma de gestión orientado a la identificación del uso de recursos innecesarios (desperdicios) y reducción o eliminación del empleo de dichos recursos.

Una vez apuntada la eficiencia energética como un caso particular de la gestión orientada a la minimización del uso de recursos, debemos orientar el enfoque de la eficiencia energética desde su relación directa en la cadena causa-efecto entre energía-emisiones-cambio climático.

Tanto desde la perspectiva de minimización del uso de recursos como de las implicaciones en la emisión de GEI, las diferentes Administraciones establecen políticas en materia de eficiencia energética, de manera que dichas políticas conforman el marco de toma de decisión pública y privada al respecto. En este sentido de la vocación de las Administraciones de establecer marcos para el impulso de la eficiencia energética, y también a título de ejemplo, podemos mencionar la Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de septiembre de 2023, relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955, que establece en su artículo 3 el principio de «primero, la eficiencia energética» con el que seguramente todos estamos de acuerdo.

La mencionada Directiva (UE) 2023/1791 establece objetivos de eficiencia energética, ya que no cabe duda de que poner el foco en la eficiencia es la primera medida de optimización de la energía como recurso y de disminución de las emisiones.

La Directiva establece también otras iniciativas como el liderazgo y el rol ejemplarizante del sector público, sistemas de gestión y auditorías, sistemas de medición, optimización en los diferentes pasos de la cadena de valor o gestión de la información o sensibilización de los consumidores.

La Directiva (UE) 2023/1791 representa por lo tanto un ejemplo de política que impulsa la gestión de Administraciones y empresas hacia la eficiencia energética. Los agentes del sistema disponen luego de numerosas estrategias y tácticas para cumplir los requisitos normativos y también para hacer de la mejora de la intensidad energética una palanca de competitividad y sostenibilidad económica de la propia organización; entre ellas, podemos mencionar:

- Mejora en equipamiento.
- Mejora en operación y mantenimiento de equipos.
- Mejora en operaciones.
- Mejora en procesos.

El establecimiento de procesos de medición, de estrategias de automatización y, en general, la implantación de sistemas de gestión orientados a la adecuada gestión energética, como puede ser el caso de la certificación ISO 50001, puede constituir un enfoque estratégico adecuado para abordar a nivel de empresas y organizaciones los objetivos de eficiencia energética que estarán asociados a los objetivos de disminución de emisiones de GEI.

Hábitos de consumo

Es cierto que existe una relación causa-efecto entre la disponibilidad de energía asequible y el bienestar de las personas. Pero no es menos cierto que existe margen para disminuir las constantes de correlación entre ambas variables de forma que puedan

modificarse los hábitos de consumo de los ciudadanos para que estos puedan alcanzar el nivel de bienestar y de satisfacción de necesidades al que aspiran, pero conteniendo a la vez el consumo de energía necesario con tal objetivo.

Por lo tanto, existe una línea de actuación desde las Administraciones públicas, pero también desde el liderazgo social y empresarial, orientada a la sensibilización, comunicación y formación de las personas que permita una reducción y optimización del consumo energético.

Fuentes renovables

La segunda gran línea de actuación para cumplir los objetivos de descarbonización es la sustitución de fuentes primarias de energía basadas en carbono por fuentes alternativas. En este punto podríamos abrir también la reflexión sobre la prioridad que debería o no darse a las fuentes primarias totalmente renovables frente a otras fuentes alternativas, apuntando fundamentalmente al debate sobre la oportunidad de la energía nuclear.

Cuando nos centramos en políticas o líneas de actuación enfocadas exclusivamente en fuentes renovables resulta innegable que el desarrollo tecnológico, la curva de experiencia y el factor de escala de las dos fuentes mayoritariamente consideradas (como son la solar fotovoltaica y la eólica) permite evaluarlas como fuentes *absolutamente competitivas* con las fuentes primarias basadas en carbono.

Es importante también dejar constancia de la posibilidad de aumento de la madurez tecnológica y la curva de experiencia de otras fuentes renovables como las ligadas, por ejemplo, a la solar térmica, las marinas o la geotérmica que hará que se conviertan en el futuro en fuentes competitivas con las minerales, la eólica o la fotovoltaica.

Eliminación de CO₂: CCUS

En los párrafos precedentes hemos expuesto brevemente las posibilidades de descarbonización utilizando dos aproximaciones estratégicas, ya incorporadas en la mayor parte de las políticas públicas y las estrategias empresariales, como son:

- La reducción del consumo.
- El aumento de la eficiencia energética.
- La diversificación hacia fuentes primarias alternativas y renovables.

En este inventario de opciones que posibiliten los objetivos de descarbonización, no podemos dejar de mencionar las tecnologías de captura, secuestro y uso de CO₂ (CCUS, por sus siglas en inglés).

Tampoco es el objetivo del presente texto la evaluación del estado de madurez tecnológica de las tecnologías relacionadas con el CCUS ni la valoración de la viabilidad de los casos de uso relacionadas con este enfoque. No obstante, entendemos que

sí resulta necesario incluir esta vía de actuación que permite capturar emisiones de CO₂ bien directas, bien del CO₂ presente en la atmósfera, reduciendo así su concentración en la atmósfera y las consecuencias de dicha concentración. A título meramente de integridad expositiva mencionaremos que la eliminación del CO₂ se realiza fundamentalmente a través de:

- su confinamiento en diferentes espacios geológicos o submarinos;
- su transformación en compuestos sólidos;
- su transformación en sustancias químicas para diferentes usos;
- y su transformación en moléculas que se puedan utilizar como vectores energéticos.

Concluimos por lo tanto este punto defendiendo la necesidad de implantar medidas que posibiliten la descarbonización de la industria y de la economía en general, pero abriendo también el abanico de posibilidades actuales y futuras para cumplir este objetivo. Proponemos en primer lugar una aproximación desde una óptica de *neutralidad tecnológica* y también de *colaboración público-privada* como palancas principales para la movilización de las inversiones necesarias en el diseño, construcción y explotación de las infraestructuras necesarias.

3. MATERIAS PRIMAS VS. VECTORES

Una consideración relevante a tener en cuenta en esta reflexión sobre los enfoques, opciones y estrategias para alcanzar cero emisiones netas es la distinción entre materias primas energéticas y vectores energéticos.

Como conocemos y se ha mencionado ya, la mayor parte de las necesidades energéticas actuales a nivel global se cubren con materias primas derivadas del carbono (carbón, petróleo y gas, esencialmente). Existen opciones tecnológicas maduras a nivel industrial, tanto alternativas (nuclear) como renovables (eólica, solar...), pero en todos los casos se trata de fuentes de energía que están disponibles en determinados puntos del planeta y en determinadas circunstancias y con unas posibilidades de uso que no las hacen aptas para su consumo en el lugar donde el usuario las demanda, en el momento en que las demanda y con las características y calidad de uso requeridas. Por lo tanto, la energía debe ser *almacenada* desde el momento en que está disponible hasta el momento en que su uso es demandado, y también *transportada* desde el lugar en el que está disponible hasta el lugar en que es necesaria.

Para satisfacer la necesidad social de transportar la energía desde donde se produce hasta donde se necesita y proporcionarla con las características y condiciones de uso requeridas por el usuario final existen diferentes soluciones tecnológicas suficientemente maduras y ya implantadas a nivel industrial. A estas soluciones tecnológicas se

les suele denominar «vectores energéticos» Las soluciones más normalmente consideradas como vectores son:

- la electricidad;
- el hidrógeno;
- y las moléculas que almacenan energía química, estas últimas muy frecuentemente englobadas bajo el acrónimo PtX, que abarca todas las posibilidades de almacenamiento de energía en especies químicas que permiten su almacenamiento y transporte y uso final.

Precisamente, la Unión Europea, en su documento de análisis de la estrategia para 2050, realiza una evaluación de diferentes escenarios articulados fundamentalmente (aunque no exclusivamente) en la participación de cada uno de estos tres vectores energéticos, bien como tecnología dominante, bien como participante en un *mix* tecnológico determinado.

Por lo tanto, dentro de esta reflexión sobre las posibilidades existentes para articular la transformación hacia una economía de cero emisiones, es imprescindible tener presente la existencia de diferentes *vectores energéticos*. Cada uno de estos vectores presenta palancas y barreras para su extensión como paradigma dominante en el mercado. Así pues, como ya hicimos para el caso de las energías renovables y las posibilidades de descarbonización, postulamos que la primera propuesta desde el punto de vista de los vectores energéticos es la aproximación desde criterios de *neutralidad tecnológica*. Con esta aproximación de neutralidad, los diferentes agentes implicados, el mercado y la sociedad en general irán determinando en función de sus características, modos de uso y coste cuáles son los vectores más adecuados en cada nicho o caso de uso.

En los siguientes apartados extendemos la reflexión al análisis de las características y situación de cada uno de los vectores energéticos, así como a las propuestas que consideramos relevantes para posibilitar el desarrollo de cada uno de estos vectores en los nichos en que le son más propicios, siempre como vectores para el aumento de la penetración de materias primas renovables.

4. SOBRE LA ELECTRICIDAD COMO VECTOR ENERGÉTICO

La electricidad ha sido posiblemente la solución tecnológica más comúnmente considerada y utilizada como vector energético. Este vector está ampliamente desarrollado a nivel mundial en la práctica totalidad de las geografías con una gran capacidad para el transporte de la energía producida a partir de cualquier materia prima energética, y también con procesos y equipamiento de uso desarrollado sobre la base de las características de este vector.

A pesar de sus posibilidades, en el vector electricidad también se identifican barreras que es necesario vencer para su extensión como vector energético y, de idéntica

forma, se identifican nichos donde sus características de uso pueden hacer más apropiado el desarrollo y penetración de los otros dos vectores.

Posiblemente, la principal barrera que se debe afrontar para la extensión de la electricidad como vector energético es la capacidad de la red actual. Aunque existen numerosos cálculos e informes al respecto, podemos decir que en términos medios se estima que la utilización de la electricidad como vector para satisfacer los objetivos climáticos en 2040 necesitaría doblar las inversiones previstas en este sector. En la misma línea, una estimación media establece en 5.600 millones de euros la necesidad de inversión en España y en más de 500.000 millones la inversión necesaria en las infraestructuras asociadas a la red eléctrica a nivel europeo.

Entre las medidas a implantar para posibilitar la contribución de la electricidad como vector energético podríamos mencionar:

- *Permisos:* Los retrasos en los permisos pueden obstaculizar el desarrollo rápido de proyectos de energías renovables o de transformación de electricidad en otros vectores como hidrógeno o sus derivados. Resulta necesario agilizar los procesos burocráticos y administrativos para obtener permisos de construcción.
- *Intermitencia de las renovables:* Las energías renovables (como la solar y la eólica) son intermitentes, fluctuando su disponibilidad en función del momento del día, la estación o las circunstancias meteorológicas, difícilmente planificables más allá del muy corto plazo.
- *Almacenamiento:* Las renovables generan energía en momentos específicos. Resulta necesario desarrollar tecnologías de almacenamiento con diferentes características de disponibilidad, tiempo de respuesta y capacidad, de forma que este almacenamiento compense los problemas de calidad del suministro, variabilidad y disponibilidad de las renovables.
- *Actualización:* Las redes actuales no están diseñadas para gestionar las enormes cantidades de energía necesaria para su extensión a los nuevos usos y el carácter intermitente de las renovables. Por lo tanto, resulta necesario modernizar las infraestructuras de transmisión y distribución eléctrica para manejar la energía renovable.
- *Tecnologías de la información:* Circunstancias como las necesidades de eficiencia, reducción de pérdidas, optimización de la diversidad de fuentes de generación, y nivelación oferta-demanda, hacen necesaria la implantación de redes eléctricas avanzadas que se auto optimicen y respondan en tiempo real a las circunstancias técnicas, de disponibilidad y de pautas de consumo.
- *Aceptación social:* La implantación masiva de infraestructuras para la generación renovable y para el transporte de energía a través del vector eléctrico

pueden enfrentarse a reticencias de personas o sectores sociales basadas en aspectos culturales o de consideración de impacto ambiental del desarrollo o explotación de estas nuevas infraestructuras. Por ello resulta imprescindible aumentar la concienciación pública y la aceptación de las energías renovables.

- *Viabilidad económica*: El desarrollo de estas acciones requiere un esfuerzo económico considerable, asociado a cierto nivel de riesgo; por lo tanto, se considera necesario el desarrollo de acciones que definan un escenario adecuado para afrontar las inversiones necesarias. Entre estas acciones se podrían mencionar políticas claras, colaboración público-privada, incentivos fiscales, reducción de riesgos y garantías para los inversores.

5. BIOCOMBUSTIBLES Y BIOCOMBUSTIBLES AVANZADOS

5.1. BIOCARBURANTES AVANZADOS

Sería muy voluntarista afirmar que la literatura, la regulación o la normativa sobre energía en general y sobre combustibles sostenibles, en particular, proponen definiciones unívocas para las diferentes posibilidades de combustibles sostenibles susceptibles, además, de ser utilizados en diferentes segmentos o nichos de mercado. No obstante, la existencia de heterogeneidad en las definiciones no resta claridad a las soluciones tecnológicas existentes y futuras para la utilización de especies químicas como portadoras de energía. Estas especies químicas portadoras de energía, aunque denominadas de muy diferentes maneras, representan un vector energético muy apropiado para que, considerando el ciclo de vida completo, se presenten como soluciones bajas en emisiones e incluso neutras en emisiones de gases de efecto invernadero.

La Directiva de Energías Renovables¹ proporciona definiciones adecuadas de conceptos como «combustibles de biomasa», «biolíquidos» y «biocarburentes» y «biocombustibles avanzados». Dicha directiva incluye también definiciones importantes desde el punto de vista del empleo de este tipo de productos como vectores energéticos posibilitadores del logro del escenario de cero emisiones, como serían los «combustibles de carbono reciclado, RCF» y los «combustibles líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico, RFNBO». No obstante, estas dos categorías (RCF y RFNBO), y sobre todo los últimos, son más frecuentemente asimilados al concepto de combustibles sintéticos que abordaremos más adelante.

El objetivo de los denominados «biocarburentes avanzados» es aprovechar el impacto de disminución de emisiones de GEI que proporcionan los biocarburentes (definidos como combustibles líquidos destinados al transporte y producidos a partir de biomasa), pero evitando los efectos negativos que pudieran tener estos biocarburentes.

1. Directiva (UE) 2023/2413 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de octubre de 2023 por la que se modifican la Directiva (UE) 2018/2001, el Reglamento (UE) 2018/1999 y la Directiva 98/70/CE en lo que respecta a la promoción de la energía procedente de fuentes renovables y se deroga la Directiva (UE) 2015/652 del Consejo.

rantes (cuando son «no-avanzados») debidos fundamentalmente a la naturaleza e impacto de la obtención de las materias primas utilizadas.

Por supuesto, la disminución de emisiones de estos biocarburantes debe ser contabilizada en el *ciclo de vida completo* del producto (de la materia prima al escape del motor o turbina), y dicha contabilización debe realizarse de acuerdo a las *normas internacionales* establecidas para dicho cálculo y, además, debe estar *certificado* de acuerdo a esquemas reconocidos internacionalmente y certificados por empresas independientes acreditadas a tal efecto.

Por lo tanto, los biocombustibles representan una primera posibilidad de utilizar moléculas como vectores de almacenamiento y transporte de energía, teniendo estos vectores dos contribuciones prioritarias:

- Contribuyen a disminuir las emisiones de GEI.
- Se trata de soluciones que pueden ser implantadas de forma inmediata, sin hacer ninguna modificación ni en las infraestructuras de almacenamiento, transporte y distribución, ni en las máquinas y motores que los usan. Esta propiedad es muy importante, pues permite minimizar las inversiones por las empresas que participan en la cadena de valor y también por los usuarios finales que pueden reducir con estos productos sus emisiones, sin inversiones en nuevos equipos o elementos de transporte.

Los biocombustibles en general y los biocombustibles avanzados son una realidad en el mercado:

- Desde hace años se incorporan como componentes parciales de los combustibles minerales (gasolinas y gasóleos), reduciendo las emisiones de estos combustibles.
- En el momento actual, empresas como Repsol han acelerado su apuesta por los biocombustibles mediante su comercialización como combustibles 100% biocombustibles, estableciendo objetivos ambiciosos, como disponer de estos productos en 600 estaciones a final de 2024.
- Otras empresas nacionales, como el caso de Cepsa, han puesto en marcha proyectos para la fabricación de estos combustibles con una escala innegablemente aspiracional, pues se mencionan objetivos de fabricación cercanos al millón de toneladas anuales.

Estos biocarburantes representan por idénticas razones oportunidades de reducción de emisiones en el transporte aéreo o marítimo mediante su mezcla parcial con combustibles minerales y potencial uso 100% biocarburante en un instante posterior.

Con el objetivo de proporcionar una idea de las inversiones comprometidas o previstas para suministrar estos productos al mercado podemos decir que el volumen de

tales inversiones asciende a valores superiores a los 16.000 millones de euros dedicados a la transformación de los centros industriales para producir estos nuevos combustibles.

5.2. CARBURANTES SINTÉTICOS

Aunque no podemos decir que exista un consenso universal sobre la definición de «combustibles sintéticos», parece razonable indicar que de forma más o menos generalizada este término se utiliza cada vez más como sinónimo de la categoría de combustibles que la Directiva de Energías Renovables establece para los «Combustibles Renovables de Origen No Biológico», como combustibles cuyo contenido energético procede de fuentes renovables distintas de la biomasa. Esta definición engloba como RFNBO fundamental el hidrógeno renovable, pero también incluye otros combustibles obtenidos a partir de dicho hidrógeno.

Las moléculas que se obtienen por reacción del CO₂ con hidrógeno renovable pueden producir combustibles químicamente equivalentes a los derivados de fuentes minerales, pero, como vemos, renovables en la fracción de H₂ que incorporan. Si el CO₂ que incorporan es también renovable, encontramos un combustible 100% renovable pero con características de almacenamiento, distribución y uso idénticas a los combustibles actuales.

Los combustibles sintéticos (término de forma general coincidente con los RFNBO y los e-fuels) representan por lo tanto un vector energético con posibilidades de contribución al objetivo de cero emisiones netas, en sectores cuyas características no hacen del vector electrificación la solución más eficiente (a veces incluso no factible). Entre estos casos de uso se pueden mencionar los mismos que para los biocombustibles avanzados, como pueden ser el transporte aéreo o el marino, o los procesos industriales que necesitan muy alta temperatura para ejecutarse, por citar los ejemplos más significativos.

5.3. BARRERAS Y PALANCAS

A pesar de sus indudables ventajas, los biocarburantes avanzados presentan todavía algunas barreras o retos para el aumento de su penetración, entre las que podemos mencionar como más relevantes:

- *Materias primas (feedstock)*: Las materias primas necesarias (y permitidas) para la fabricación de estos biocarburantes tienen una disponibilidad limitada, lo que puede representar una barrera para su penetración en porcentajes elevados del mercado.
- *Tecnología*: Aunque existen diversas tecnologías maduras e implantadas a nivel industrial, otras muchas tecnologías están en estadios de madurez inferiores y necesitan desarrollo para su implantación y escalado a nivel industrial.
- *Regulación*: No existe una absoluta claridad regulatoria, lo que genera cierta incertidumbre sobre la calificación de algunos de estos combustibles, sobre todo en el largo plazo.

- *Coste:* Los costes finales de producción de estos combustibles son muy superiores a los de los combustibles minerales actuales, lo que dificulta su introducción como producto sustitutivo y su adopción por usuarios finales.
- *Cadena de valor:* Algunos eslabones de la cadena de valor de estos productos son más complicados que el equivalente para los combustibles minerales. Por ejemplo, la producción más distribuida de estos productos en multiplicidad de emplazamientos hace la logística más complicada.
- *Estandarización:* Para algunos de estos productos no existen estándares internacionales en aspectos como la seguridad o la calidad del producto.

6. HIDRÓGENO Y DERIVADOS

Los enlaces químicos entre átomos para formar moléculas contienen una determinada cantidad de energía; por lo tanto, las moléculas se constituyen en vectores energéticos que aprovechan esta circunstancia para almacenar energía en forma de enlaces químicos (moléculas) que puede ser almacenada y transportada, y liberada luego en el momento de su uso en la aplicación en que se trate (combustión externa o interna, turbinas, pilas de combustible...).

El hidrógeno es la molécula más sencilla (constituida por dos átomos de hidrógeno) susceptible de almacenar cierta cantidad de energía que puede ser liberada cuando el enlace se rompe, normalmente en reacciones de combustión u oxidación en pilas de combustible. El hidrógeno es por lo tanto un vector que permite almacenar y transportar energía y alimentar dispositivos de uso final que hacen posible utilizar la energía que contiene a través de diferentes procesos. Este se ha utilizado desde hace décadas, fundamentalmente como reactivo en diferentes reacciones químicas, pero el hidrógeno se obtenía a partir de fuentes hidrocarbonadas y, por ello, no podía ser considerado un vector sostenible. El enfoque prioritario actualmente contemplado es la obtención de hidrógeno a partir de agua en un proceso electrolítico en el que la energía necesaria (parte de la cual es la que se incorpora a la molécula de hidrógeno) se aportaría desde fuentes renovables.

Su uso como vector energético se ve favorecido por una serie de palancas que pueden constituirse en ejes de fomento de la demanda de hidrógeno, entre los que podemos mencionar:

- Las características del hidrógeno en aspectos como la densidad energética o el tiempo de repostaje lo hacen una opción competitiva, sobre todo en usos donde la solución de electrificación no es la opción más eficiente.
- Permite el almacenamiento de energía además de para uso final para otros objetivos como almacenamiento diario o estacional.
- Puede representar una solución para contribuir a la autonomía estratégica energética de Europa.

- En particular, puede representar una oportunidad para almacenar y transportar las fuentes de energía primaria disponibles en nuestro país.
- La creación de valles de hidrógeno para satisfacer las necesidades actuales o potenciales de este vector en un «hinterland» geográfico determinado, puede ser una forma idónea de comenzar la penetración de este vector.

Pese a las ventajas indicadas, los datos disponibles no son muy alentadores respecto de la velocidad de introducción de este vector:

- La producción de H₂ sin emisiones representa menos del 1%. El 99% sigue siendo H₂ gris, fabricado a partir de gas fósil.
- Solo el 4% de los proyectos planeados de H₂ está en fase de desarrollo.

Como sucedía para el caso del aumento de uso de biocombustibles, para el aumento de la penetración del hidrógeno como vector energético se pueden identificar una serie de barreras o retos, entre los que situamos los siguientes:

- *Coste.* El coste al que puede obtenerse el hidrógeno renovable utilizando las tecnologías actuales es muy superior al de los combustibles que pretende sustituir. También los elementos de uso (vehículos) tienen un coste muy superior a los equipados con motores de combustión interna para combustibles minerales. Ambas circunstancias hacen que el coste final esté muy alejado del aceptado por el cliente, circunstancia que impide el desarrollo del mercado.
- *Regulación.* La regulación en torno al hidrógeno verde aún no está completamente definida. Se requieren marcos normativos claros para fomentar la inversión y el desarrollo.
- *Tecnología.* Aunque la tecnología del hidrógeno verde está avanzando, aún no se ha alcanzado una escala significativa. Esto genera incertidumbre sobre su viabilidad a gran escala.
- *Escalado.* Para que el hidrógeno verde sea una solución viable, se necesita una producción masiva de energía renovable (como solar o eólica) para alimentar la electrólisis del agua.
- *Cadena de suministro.* La cadena de suministro para la producción, almacenamiento y distribución de hidrógeno verde aún no está completamente desarrollada.
- *Dificultad de conseguir permisos.* Obtener los permisos necesarios para construir y operar instalaciones de producción de hidrógeno verde puede ser complicado debido a regulaciones locales y ambientales.

- *Poco almacenamiento e inseguridad de suministro.* El hidrógeno es difícil de almacenar y transportar. Además, la intermitencia de las energías renovables afecta a la disponibilidad constante de energía para la electrólisis.
- *Alto nivel de inversión.* La producción y la infraestructura de hidrógeno verde requieren inversiones significativas.
- *Colaboración público-privada.* Aunque existen ayudas y subvenciones gubernamentales para proyectos de energías limpias, acceder a ellas puede ser complicado.
- *Financiación.* Dependencia excesiva de las ayudas gubernamentales y excesiva dificultad en la búsqueda de financiación privada.

Para el caso concreto del hidrógeno como vector energético, a partir de la experiencia acumulada en los pocos proyectos implantados a nivel nacional pueden hacerse un serie de recomendaciones con el objetivo de dinamizar el desarrollo del sector y la penetración del hidrogeno verde como vector energético. A continuación se relacionan las propuestas en cuestión.

Producción:

- Tratar de forma equivalente a cualquier producción de hidrógeno que, de una u otra forma, implique las mismas emisiones de CO₂. Se deberían incluir de forma explícita los métodos de obtención a partir de biomasa y residuos y su categorización como hidrógeno verde.
- Aplicar el mismo principio de trato equivalente a los combustibles basados en el hidrógeno con bajo contenido de carbono y una fuente de carbono sostenible.
- Establecer y promover a nivel europeo y nacional sistemas de trazabilidad y Certificados de Garantía de Origen, con un esquema de verificación que permita determinar la intensidad de carbono (las emisiones de CO₂ asociadas) en cada producción de hidrógeno y poder promover el hidrógeno verde.
- Revisar la regulación y la clasificación de la producción de hidrógeno como industria química, y por tanto su consideración como una actividad industrial, con el fin de favorecer la actividad en la medida de lo posible, respetando los estándares de seguridad y ambientales que sean necesarios.
- No obstante, podría ser conveniente introducir procedimientos más simples para la producción de hidrógeno por electrólisis fuera del ámbito industrial, a pequeña escala.
- El principio de proximidad en cuanto a producción y suministro puede presentar eficiencias. Deben ser no obstante los agentes económicos los que desarrollen los modelos más eficientes en función de criterios coste-eficientes.

Transporte:

- Los potenciales «hidroductos» (redes de distribución exclusivas de hidrógeno) no deben estar sujetos a la regulación del sistema gasista, al tratarse de infraestructuras totalmente diferenciadas de los gasoductos. El desarrollo reglamentario y de normalización *ad hoc* exige contar con la participación de empresas del sector como Exolum, que podrían desarrollar estas redes.
- A efectos de expropiación forzosa y servidumbres de paso, debe procederse al reconocimiento de la utilidad pública del despliegue de esta infraestructura o utilización de las trazas o espacios de las redes de hidrocarburos existentes para el hidrógeno.

En este sentido, podría extenderse esta utilidad pública al hidrógeno en una norma específica o con la correspondiente ampliación en la Ley del sector de hidrocarburos (LSH) para este fin. Para esto último, convendría valorar la inclusión específica del hidrógeno como hidrocarburo en la LSH, puesto que hasta ahora el hidrógeno se ha tratado como químico y no como vector energético.

En la medida en que el consumo de petróleo desaparecerá gradualmente y las redes de productos petrolíferos deben transitar hacia un nuevo modelo energético, parece razonable esperar y favorecer usos alternativos, aunque equivalentes en su finalidad (energética), para los espacios que vienen ocupando. Por ello, es oportuno convalidar expropiaciones y servidumbres existentes para apoyar soluciones más sostenibles, como la logística del hidrógeno que será necesaria.

Almacenamiento y suministro:

- Establecer un marco regulatorio de almacenamiento energético y medidas de desarrollo de las tecnologías asociadas. Es conocido que uno de los factores limitantes de la penetración de energías renovables es el desfase temporal que existe entre los momentos (periodos, estaciones) de generación y los momentos de consumo. Para salvar esta limitación la acción necesaria es el desarrollo de tecnologías e infraestructuras de almacenamiento de energía renovable para su uso en los momentos (periodos, estaciones) donde la demanda supera a la generación. Si bien existen multitud de tecnologías de almacenamiento, cada una de ellas más adecuada a unas circunstancias concretas de cantidad de almacenamiento requerido y tiempo de respuesta, el hidrógeno aparece como una de las tecnologías más eficientes para el almacenamiento energético cuando se requieren altas tasas de almacenamiento (10Mwh-100 Gwh), elevadas potencias (1 MW-1 GW) y periodos de descarga elevados (días).
- El almacenamiento del hidrógeno requiere medidas de seguridad, siendo actualmente de aplicación el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (APQ). Debería por tanto entenderse que aquellas instalaciones que en la actualidad tienen la condición de APQ o IP 02 podrían ser, con las adap-

taciones y requisitos técnicos particulares que sean necesarios, en principio aptas para almacenar hidrógeno.

La acreditación del cumplimiento o, en su caso, obtención de los correspondientes permisos, autorizaciones, informes, declaraciones de impacto ambiental y garantías debería facilitarse o reconocerse de una forma automática (la empresa de almacenamiento debería poder beneficiarse de trámites simplificados, con reconocimiento de los anteriores, plazos más cortos, etc.).

- Cualquier tipo de instalación de almacenamiento de hidrógeno, en suelo industrial (y no solo las estaciones de servicio), debería poder suministrar hidrógeno para su consumo.

Fomento del uso del hidrógeno:

- Habilitar políticas de apoyo económico-financiero para hacer competitivo el uso del hidrógeno, frente a otras alternativas, y demostrar su viabilidad.

Aunque la utilización tradicional del hidrógeno ha sido fundamentalmente como materia prima para su uso en reacciones químicas de síntesis de productos, como vector energético el hidrógeno puede ser utilizado en multitud de aplicaciones, tanto en la industria, como en residencial o transporte. El grado de penetración en cada uno de los usos finales potenciales dependerá de las posibilidades de reducir costes de producción, así como del desarrollo de las tecnologías de uso y los costes de las mismas, y también del coste final de los elementos de uso.

Por lo tanto, las medidas de apoyo deben favorecer el uso del hidrógeno, tanto desde el lado de la oferta o suministro, financiando el despliegue y adaptación de infraestructuras, como el de la demanda, con incentivos. Por ejemplo, en movilidad se podría incentivar la compra de vehículos con pila de combustible, con IVA superreducido, exenciones en la limitación del tráfico o zonas limpias..., que podrían focalizarse inicialmente en flotas cautivas (transporte de larga distancia, camiones, vehículos policiales, flotas de taxis, autobuses y compañías de distribución).

- Desarrollar la infraestructura nacional de recarga o repostaje de hidrógeno para los diferentes medios de transporte de forma que la carencia de dichos puntos de recarga no desincentive la penetración de elementos de transporte y equipos alimentados con hidrógeno. Convendría así incluir en el Plan Nacional de infraestructuras de combustibles alternativos para el transporte el desarrollo de una infraestructura de hidrógeno en España.
- Crear corredores de repostaje de H₂ o «valles de hidrógeno», desarrollando una red de hidrogeneras en zonas de movilidad estratégicas que concentren la producción, transformación y consumo. Promover el uso de hidrógeno en el transporte (también ferroviario), servicios urbanos e interurbanos y nodos

de transporte intermodal en una etapa temprana se considera clave para la competitividad.

- Favorecer la adquisición de elementos de transporte y equipos alimentados con hidrógeno mediante subvenciones a proyectos y/o subvenciones a la adquisición.

7. PROPUESTAS PARA EL MARCO DE DESARROLLO DE LOS VECTORES ENERGÉTICOS

A continuación, se proponen una serie de líneas de actuación que se consideran necesarias para establecer un marco adecuado para el desarrollo de las energías renovables y los vectores energéticos precisos para que dichas energías representen una solución factible en el objetivo de alcanzar las cero emisiones netas.

Neutralidad tecnológica:

- Pleno respeto al principio de neutralidad tecnológica, como exige el Pacto Verde Europeo para alcanzar los objetivos del mercado energético europeo. Este principio implica que, a la hora de avanzar en los objetivos que institucionalmente se consideren adecuados, no pueden favorecerse unas tecnologías frente a otras, sino establecerse estándares que todas deben cumplir, de forma que empresas y usuarios sean los que decidan las soluciones tecnológicas a desarrollar y utilizar para lograr dichos objetivos (salvo perjuicio a terceros y/o recursos escasos).
- Las mismas oportunidades deben aplicarse a la electricidad, el hidrógeno y los e-fuels. Cualquier iniciativa que fomente el uso de la electricidad debería fomentar de forma equivalente el uso de hidrógeno y/o e-fuels. Cada uno de los posibles vectores presenta características que lo pueden convertir en la mejor solución para diferentes segmentos del mercado, nichos o casos concretos de uso. Dado que existen diferentes vectores susceptibles de ser utilizados para un mismo propósito, es de aplicación el principio de neutralidad tecnológica.
- Amplia consideración de las tecnologías de hidrógeno existentes y en desarrollo, e igualdad de trato, para preservar el principio de neutralidad tecnológica, contemplando e impulsando igualmente de forma adecuada el almacenamiento y transporte de hidrógeno en portadores líquidos. Dentro de las posibles tecnologías de producción, almacenamiento, transporte y suministro de hidrógeno, todas las opciones deben tener también idénticas oportunidades.

Infraestructuras existentes:

- El aprovechamiento de las infraestructuras existentes, puesto que, con las adaptaciones que sean necesarias, constituye una oportunidad en términos de coste-eficiencia y viabilidad económica completamente alineada con los objetivos de descarbonización y economía circular. Entre ellas podrían incluirse

las infraestructuras de almacenamiento y transporte tradicionalmente dedicados a los hidrocarburos o carburantes líquidos (si a la producción de hidrógeno se añade la conversión de dicho hidrógeno en un vector manejable en las actuales infraestructuras no sería necesario la construcción de nuevas).

El alargamiento de la vida útil de las infraestructuras existentes constituye un enfoque de economía circular. Poder utilizar estas (con las adaptaciones necesarias) para la explotación de los vectores energéticos del futuro permitiría: (i) disminuir las necesidades de inversión en nuevas infraestructuras, pudiendo destinarse capital a usos diferentes y reducir el coste final para el usuario; (ii) limitar el impacto ambiental derivado de la construcción de nuevas infraestructuras; y (iii) el ahorro de las materias primas necesarias para la construcción de nuevas infraestructuras.

En la evaluación de diferentes opciones y vectores energéticos se debería contabilizar, tanto desde el punto de vista económico y social como desde el punto de vista ambiental, el impacto de las diferentes opciones y las externalidades positivas asociadas al alargamiento de la vida de uso de las infraestructuras existentes.

Además de las infraestructuras existentes, debería tenerse en cuenta el alargamiento de la vida útil del transporte actual, lo que evitaría incurrir en fuertes inversiones a escala nacional y en particular en la renovación de las flotas, ya que la mayor parte de los motores actuales pueden funcionar con los eco-combustibles y acelerar la reducción de emisiones.

- Un marco normativo flexible y adaptado que evolucione en paralelo al propio desarrollo tecnológico, con simplificación administrativa y la máxima coordinación entre Administración central y Comunidades Autónomas, y el conjunto con la Unión Europea.
- Identificar las principales barreras para el desarrollo del hidrógeno que necesitan ser resueltas de forma más inmediata y otras acciones que precisan una evaluación más detallada y acompañada con el desarrollo tecnológico, optando así por un enfoque dinámico y gradual —aunque previsible— y evitando regulaciones prematuras que generen mayor incertidumbre.

Gobernanza:

- Potenciar la colaboración público-privada y privada-privada para optimizar recursos e impulsar integral o globalmente el desarrollo del hidrógeno a nivel nacional, dotando a las distintas iniciativas de escala y viabilidad.
- Lograr una amplia participación del sector, conocedor de capacidades y necesidades, en la evaluación de las políticas públicas que se pongan en marcha y la eventual regulación en torno a los nuevos vectores energéticos, sobre todo a los emergentes como el hidrogeno, los biocarburantes avanzados o los e-fuels.

REINDUSTRIALIZACIÓN Y NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA PARA UNA DESCARBONIZACIÓN COMPETITIVA DE LA INDUSTRIA Y LA MOVILIDAD

BERTA CABELLO CALVO

Directora de Combustibles Renovables de Repsol

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. 2. UNA ENERGÍA SEGURA, ASEQUIBLE Y SOSTENIBLE. 3. NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA, EJE DE LA REINDUSTRIALIZACIÓN Y LA DESCARBONIZACIÓN. 4. INNOVACIÓN Y CIRCULARIDAD AL SERVICIO DE UNA MOVILIDAD SOSTENIBLE.

1. INTRODUCCIÓN

El mundo está inmerso en un ciclo de incertidumbre que está reordenando las relaciones entre los países. La fragmentación geopolítica consecuente de los conflictos bélicos que se están produciendo en las distintas regiones del mundo ha traído consigo, además de intolerables crisis humanitarias, la fragmentación de la economía mundial.

Esta fragmentación no se ha producido solo entre distintas regiones del planeta, restringiendo la globalización comercial, sino que también ha supuesto un cambio de paradigma en las relaciones internas del continente europeo: tras 30 años de constante evolución del mercado único —que genera, según cifras de la Unión Europea, más de 56 millones de empleos y aporta al PIB 14.522.000 millones de euros—, las naciones del continente se están girando hacia el proteccionismo, buscando aprovisionarse de bienes, con especial foco en la energía, que habían dejado de producirse dentro de la Unión. La dependencia absoluta que algunos países tienen del gas ruso, y la vulnerabilidad que esto supone, ha tenido una consecuencia inmediata en la redefinición del *mix* energético, la revisión de infraestructuras que permitan la interconexión comunitaria y en la recuperación de otras fuentes de energía, como la nuclear.

Esa estrategia energética, de comprar fuera en lugar de potenciar el mercado interno, ha tenido graves consecuencias en la competitividad europea; entre ellas, y quizá sea lo que más afecta al día a día de los europeos, la desindustrialización. En los

últimos años, el apoyo al sector industrial ha disminuido hasta casi desaparecer. La producción de todo tipo de bienes y servicios se ha deslocalizado sin que la demanda de estos bienes y estos servicios, es decir, aquello que las personas necesitan para mantener una calidad de vida digna y para seguir creciendo, haya descendido. Una de las razones de esta deslocalización ha sido la pérdida de competitividad como consecuencia de una desviación de precios a la baja de los productos que llegan de terceros países y a los que no se exigen los mismos estándares de seguridad, de protección medioambiental y laborales que a los de la Unión Europea.

Si la producción no está aquí, estará en otro lugar. Según datos del Parlamento Europeo, en 2022, la UE tuvo un déficit comercial de 432.000 millones de euros en bienes; China fue el país del que más importó la UE. Por lo tanto, al trasladar la producción de los bienes demandados en Europa estamos exportando emisiones y perdiendo peso industrial. Y al perder industria, estamos perdiendo competitividad y puestos de trabajo.

Este puede ser uno de los motivos por los que, hasta el momento, en el planeta no hemos conseguido avanzar lo suficiente, ni tampoco a la velocidad adecuada, en la transición hacia un modelo económico descarbonizado (Gráfico 1). Para revertir esta tendencia, tenemos que contar con una industria robusta que apueste por la innovación en todos los ámbitos.

Gráfico 1. Evolución de las emisiones globales de CO₂ procedentes de la energía y los procesos industriales, 1900-2022



Fuente: IEA, Global CO₂ emissions from energy combustion and industrial processes, 1900-2022, IEA, París. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-from-energy-combustion-and-industrial-processes-1900-2022>. License: CC BY 4.0.

2. UNA ENERGÍA SEGURA, ASEQUIBLE Y SOSTENIBLE

La seguridad energética y el mantenimiento de unos precios de la energía competitivos para la industria y asequibles para los ciudadanos son claves para que el equilibrio

geopolítico se restablezca sin abandonar el objetivo de descarbonización del planeta, clave a su vez para el futuro de la humanidad.

La industria energética es la que debe proveer una energía sostenible, segura y asequible para que no se produzcan desequilibrios sociales y políticos. Debemos hablar, por la importancia que tiene en la consecución de una transición energética justa, del *trilema energético*, que define los tres elementos a tener en cuenta para alcanzar un sistema energético equilibrado, justo y que asegure un futuro de bienestar y crecimiento para todos. El trilema contempla que la transición energética debe sostenerse sobre la seguridad de suministro, sobre unos precios de la energía asequibles para todos y sobre la sostenibilidad medioambiental.

Este equilibrio del trilema se ha desestabilizado en Europa, con una apuesta casi única por el eje de la sostenibilidad. Estamos pagando una energía demasiado cara, debido a la falta de cuidado en la seguridad de suministro, concepto que no se debería equiparar a la autonomía energética, que es otra cosa. Construimos irresponsablemente dependencias de países que resultan enemigos de los principios más básicos de la convivencia y el respeto internacionales, como es el caso de Rusia, y las seguimos construyendo, ahora de un competidor formidable, que juega con otras reglas sociales y medioambientales, como es China.

China, de nuevo, es el casi único productor de los materiales necesarios para desarrollar equipos para energías renovables y para los motores eléctricos. La transición energética, la nuestra, depende de la industria extractiva —poco o nada medioambientalmente sostenible— de China.

Del mismo modo que ocurre con la seguridad de suministro, disponer de energía asequible y accesible es la clave para un futuro más equitativo. Basta mencionar que en la actualidad hay todavía unos 700 millones de personas en el mundo que no tienen acceso a la electricidad.

Tener unos precios de la energía asequibles para los ciudadanos es uno de los temas de mayor preocupación política (también por el impacto que el precio de la energía tiene sobre los precios del resto de productos); y la mejor forma de conseguirlo será que las tecnologías que pueden reducir emisiones compitan y se complementen entre sí, para que acaben triunfando las más coste-efectivas. El ciudadano debe poder elegir con un criterio informado, en función del precio y la fiabilidad, qué solución energética descarbonizada se ajusta mejor a sus necesidades.

3. NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA, EJE DE LA REINDUSTRIALIZACIÓN Y LA DESCARBONIZACIÓN

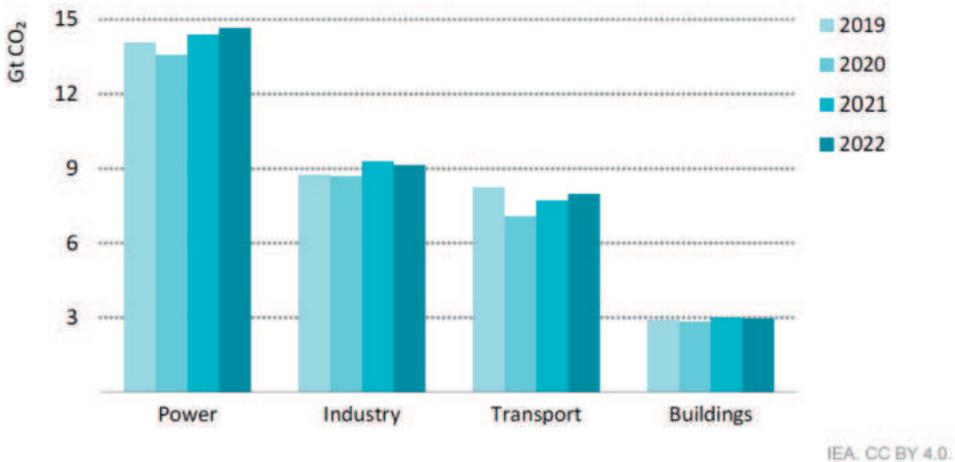
¿Cómo revertimos esta situación de desindustrialización y cómo aceleramos el paso en la descarbonización? Con tecnología. La tecnología será el factor determinante de la transición energética. Lo fue en el pasado, cuando la maduración de nuevas tecnologías dio paso a la siguiente era de la energía (máquina de vapor para el carbón, motor

de combustión interna para el petróleo). Pero ahora queremos recorrer un camino inverso: queremos descarbonizar el *mix* energético y necesitamos desarrollar las tecnologías que lo permitan.

La regulación europea y la española deben promover y no prohibir, deben facilitar y no condicionar el desarrollo tecnológico y movilizar cuanto antes las inversiones necesarias para descarbonizar la economía. La electrificación renovable, los combustibles renovables líquidos y gaseosos, el hidrógeno renovable, la captura y uso de CO₂, etc. Todas las tecnologías capaces de contribuir a la descarbonización son complementarias y necesarias si queremos alcanzar un futuro de cero emisiones en 2050.

Especialmente importante es este principio de neutralidad tecnológica en el ámbito de la movilidad, por el peso que tiene —junto con la industria— en las emisiones de CO₂ (Gráfico 2).

Gráfico 2. Emisiones globales de CO₂ por sector y escenario IEA, 2019-2022



Note: Transport includes international bunkers.

Fuente: IEA, Global CO₂ emissions by sector, 2019-2022, IEA, París. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-by-sector-2019-2022>. License: CC BY 4.0.

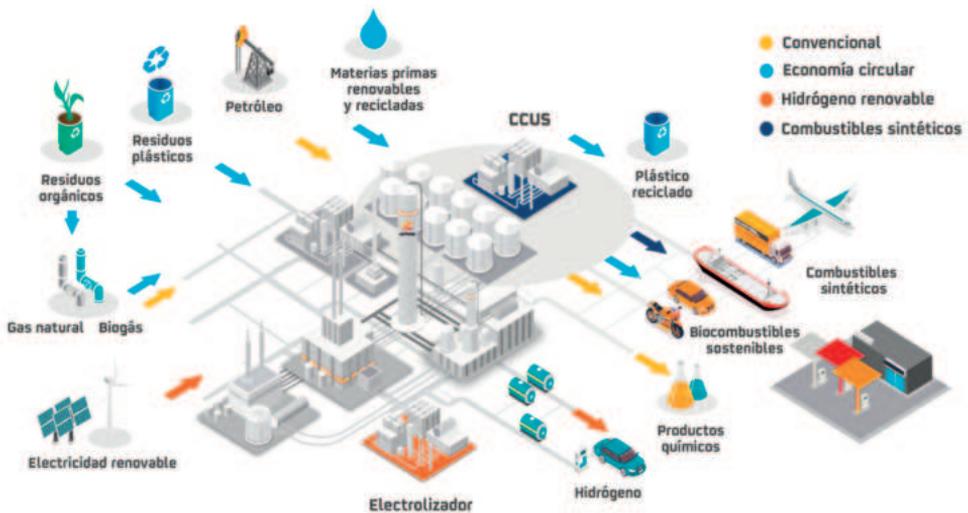
El camino más eficiente para reducir emisiones en el transporte será aquel que concilie dos plataformas (de nuevo, la idea de neutralidad): una basada en la electrificación, siempre de origen renovable, y otra que se base en un motor de combustión alimentado con combustibles renovables, que tienen cero emisiones netas, con la finalidad de integrar en el proceso de descarbonización de vehículos tanto los electrones como las moléculas.

4. INNOVACIÓN Y CIRCULARIDAD AL SERVICIO DE UNA MOVILIDAD SOSTENIBLE

Es muy importante garantizar que la transición energética contribuya a mantener y hacer crecer el empleo industrial, empleo de alta calidad que da riqueza y bienestar a nuestra sociedad traccionando un ecosistema no solo de grandes empresas sino también de pymes. En Repsol apostamos decididamente por la descarbonización bajo este principio de neutralidad tecnológica que garantiza el futuro y garantiza la rentabilidad de la industria.

La estrategia de Repsol está centrada en esa neutralidad tecnológica y desarrolla su transición energética alrededor de cuatro pilares: la reducción de la intensidad de carbono en la producción actual de combustibles y productos químicos, la transformación industrial para producir nuevos combustibles renovables y productos circulares, el crecimiento en la generación eléctrica renovable y la incorporación de soluciones de captura de CO₂ (Gráfico 3).

Gráfico 3. La transformación hacia los combustibles renovables en Repsol



Fuente: Repsol.

El pilar de los combustibles renovables es, sin duda, clave para la reindustrialización de España. La transformación que Repsol está desarrollando en sus centros industriales y plantas químicas para obtener moléculas renovables ya ha comenzado y asegura el empleo de más de 28.000 personas solo en España.

Los combustibles renovables (biocombustibles avanzados y combustibles sintéticos o e-fuels) se elaboran a partir de residuos orgánicos, como aceites vegetales usados, biomasa, residuos de la industria agroalimentaria, residuos forestales, hidrógeno renovable o CO₂ capturado. El uso de residuos permite hacer una valorización más eficiente de los mismos, y apoyar la consecución de los objetivos de economía circular de la Unión Europea de los que actualmente estamos lejos, como el objetivo de reducción de envío a vertedero al 10% en 2035.

Así, además, son parte de la solución del problema de la España vaciada, y del abandono de las zonas rurales, de la gestión forestal para reducir la probabilidad de incendios, poniendo en valor sus ventajas productivas y mejorando la cohesión territorial, además de nuestra autonomía energética.

Uno de sus principales puntos fuertes es que son combustibles que minimizan las emisiones, ya que el CO₂ que se libera en su uso es igual al CO₂ que ha sido retirado previamente de la atmósfera por residuos utilizados para su fabricación y evita las emisiones que se producen en su gestión, por lo que son una de las soluciones más eficaces para reducir las emisiones procedentes del transporte en los próximos años.

Son una alternativa inmediata, porque pueden utilizarse en los vehículos de combustión, empleando la misma infraestructura de suministro, lo que hace que no tengamos que esperar a que se desarrollen nuevas tecnologías o se renueve la flota de vehículos antes de empezar a reducir las emisiones. De hecho, el combustible que repostamos hoy día en las estaciones de servicio contiene ya más de un 10% de combustibles renovables. Del mismo modo, su producción y distribución se puede realizar utilizando instalaciones industriales ya existentes, con materias primas locales, lo que impulsa la economía circular y permite diversificar la matriz energética del país a fin de que continuemos avanzando para lograr la independencia energética.

En Repsol estamos orgullosos de haber comenzado hace ya más de 25 años esta transformación, aprovechando nuestros activos industriales y el conocimiento y experiencia de nuestro equipo para producir en nuestras instalaciones biocombustibles para carretera. Y también estamos orgullosos de haber sido pioneros en la península ibérica a lo largo de estos 25 años en el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones. Hemos sido los primeros en coproducir diésel renovable, combustible sostenible de aviación e hidrógeno renovable de biometano, entre otros.

De hecho, la primera planta de la península ibérica de biocombustibles avanzados a partir de aceites usados y grasas residuales está ya en marcha en Cartagena, con capacidad para producir 250.000 toneladas/año. Y tenemos en marcha el primer electrolizador de la península ibérica localizado en una refinería, la de Petronor en Bilbao. También estamos desarrollando la producción de combustible sintético para aviones, barcos y vehículos de carretera empezando con nuestra planta de demostración industrial en el puerto de Bilbao. Y obtendremos biometanol a partir de residuos sólidos urbanos no reutilizables ni reciclables en un proyecto reconocido por la Unión Europea a través del programa Innovation Fund. Además, incrementaremos nuestra producción

de gases renovables, tanto biometano como hidrógeno renovable de varias plantas de electrólisis y de reformado de biometano, con iniciativas también reconocidas institucionalmente tanto en Europa como en España a través de los programas IPCEI y los Fondos de Recuperación.

En conclusión, la industria energética se está transformando para cumplir con su responsabilidad estratégica de abastecer de energía descarbonizada, de forma segura y asequible.

El petróleo, más allá de frases politizadas y en muchos casos engañosas, es una fuente de energía clave para la sociedad, que ha sido y es imprescindible en sectores como el sanitario, el informático o el de la moda, con aplicaciones que —hasta ahora— no podemos obtener de otras fuentes que permitan su uso por parte de todos, sin desigualdades sociales.

La producción de combustibles renovables en Europa contribuirá a garantizar la seguridad del suministro y la independencia energética. Europa tiene la oportunidad de liderar el desarrollo y la producción de estos combustibles, recuperando su industria, su competitividad y su independencia energética.

II

TECNOLOGÍAS ESTRATÉGICAS DE CERO EMISIONES NETAS

PRESENTACIÓN

MERCÈ SEGARRA

*Vicerrectora de Emprendimiento, Innovación y Transferencia de la
Universitat de Barcelona*

La Unión Europea se ha comprometido a lograr la neutralidad climática de aquí a 2050, pero actualmente es un importador neto de varias tecnologías y componentes de cero emisiones netas que son clave para alcanzar este objetivo. Estas tecnologías van desde la energía eólica hasta las tecnologías de redes, pasando por el biogás sostenible, la captura y almacenamiento de carbono o los electrolizadores y las pilas de combustible.

Ante esta situación, la Comisión ha propuesto la Ley sobre la industria de cero emisiones netas como parte del Plan Industrial del Pacto Verde para garantizar que las dependencias estratégicas no pongan en peligro la transición ecológica.

Esta Ley tiene el objetivo de ampliar la fabricación de tecnologías limpias en la UE, de manera que la capacidad de fabricación estratégica global de tecnologías de cero emisiones netas de la Unión se aproxime o alcance al menos el 40% de las necesidades anuales de despliegue de aquí a 2030. Esto acelerará los avances hacia los objetivos climáticos y energéticos de la UE para 2030 y la transición hacia la neutralidad climática de aquí a 2050, comportando:

- Un aumento de la capacidad de la UE de fabricación de tecnologías que apoyan la transición hacia una energía limpia y liberan emisiones de gases de efecto invernadero extremadamente bajas, nulas o negativas cuando funcionan.
- La atracción de inversiones y mejora de las condiciones de acceso al mercado para las tecnologías limpias en la UE.
- El impulso de la competitividad de la industria de la UE, creando puestos de trabajo de calidad.

En resumen, la Ley representa un marco de actuación que apoyará los esfuerzos de la UE por ser independiente desde el punto de vista energético y que debe permitir que se convierta en líder industrial en determinadas tecnologías que se han identificado como estratégicas para la descarbonización. La I+D+i juega un papel protagonista para impulsar la descarbonización del conjunto del tejido productivo.

Lograr las cero emisiones netas constituye una valiosa oportunidad para mejorar la competitividad del tejido productivo en un mundo cada vez más global. Las empresas necesitan acelerar sus procesos de descarbonización en sus fuentes de energía, a través de la electrificación de procesos donde sea técnica y económicamente viable, la incorporación de hidrógeno o la sustitución de combustibles fósiles por otros renovables.

La propia Ley establece la necesidad de potenciar espacios controlados de pruebas para contribuir al desarrollo y al ensayo de tecnologías innovadoras de cero emisiones netas y a la creación de unas condiciones que promuevan la innovación. Desde la Universidad se están potenciando los ámbitos de colaboración con y para el conjunto del tejido productivo.

A continuación veremos cómo algunas empresas del sector han apostado por una o varias de las tecnologías clave para lograr las cero emisiones netas, promoviendo la innovación.

GASES RENOVABLES PARA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE

SILVIA SANJOAQUÍN

Directora de Nuevos Negocios de Naturgy

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN A LOS GASES RENOVABLES. *1.1. El biometano. 1.2. El hidrógeno.* 2. EJEMPLOS DE UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE. *2.1. La oportunidad del hidrógeno. 2.2. El sector doméstico.* 3. SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE AYUDAS Y SUBVENCIONES. 4. PROYECTOS DE NATURGY EN OPERACIÓN Y DESARROLLO.

1. INTRODUCCIÓN A LOS GASES RENOVABLES

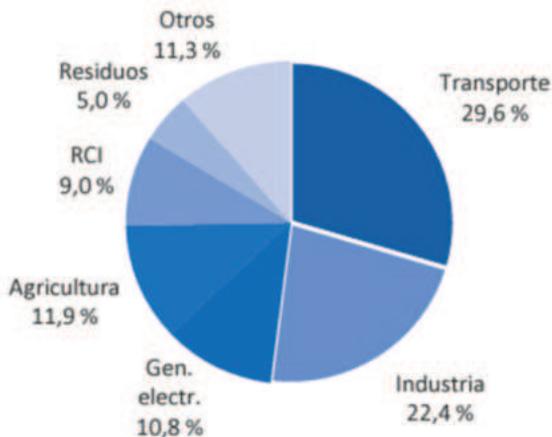
Los líderes mundiales, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (COP21) celebrada en el año 2015, firmaron el histórico Acuerdo de París. El objetivo era combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. Se acordó tomar las medidas necesarias para mantener un aumento de temperatura global en el siglo XX por debajo de 2°C, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más este aumento hasta situarlo por debajo de 1,5°C.

En línea con lo firmado en París, los Estados de la Unión Europea se comprometieron a lograr la neutralidad climática en 2050 con la publicación en 2019 del Pacto Verde Europeo. El documento fija la estrategia de la UE para alcanzar este objetivo. En el texto se indica: «Se facilitará la descarbonización del sector del gas, para lo cual, entre otras cosas, se reforzará el apoyo al desarrollo de gases descarbonizados, se velará por una configuración con vocación a futuro de un mercado de gas descarbonizado y competitivo».

Por lo tanto, el primer documento de la Unión ya recalca la importancia de la descarbonización del sector gasista para alcanzar el objetivo de neutralidad climática en 2050. El motivo principal es que existen sectores que seguirán siendo dependientes del gas, pues no tienen otra alternativa viable de acceso a la descarbonización, como

son las calderas domésticas para calefacción y los procesos industriales calorintensivos, cuya contribución a la cesta total de emisiones GEI ronda el 30% (Gráfico 1).

Gráfico 1. Distribución de emisiones GEI en 2021 por sectores



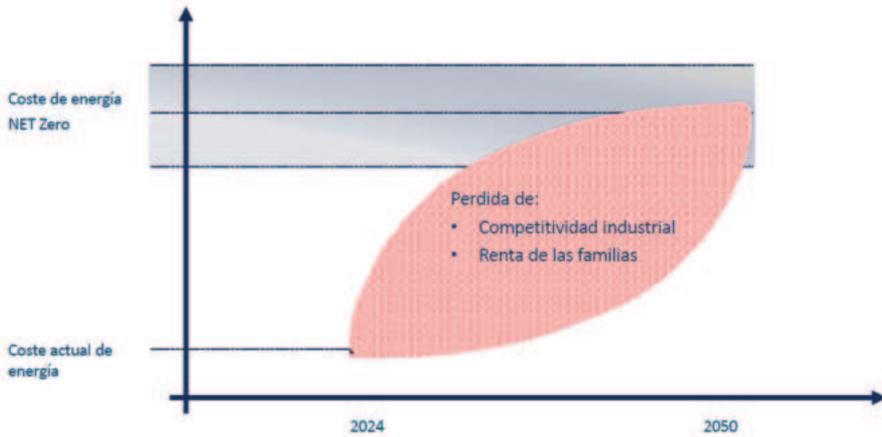
Nota: RCI: Residencial, Comercial e Institucional.

Fuente: *Inventario nacional de emisiones a la atmósfera. Emisiones de gases de efecto invernadero*. MITECO, marzo de 2023.

La legislación posterior, tanto europea como nacional, ha ido incrementando la ambición del objetivo general de neutralidad climática («*Net Zero*»), estableciéndose hitos intermedios. El paquete *Fit for 55*, en el año 2021, fijó un conjunto de propuestas encaminadas a revisar y actualizar la legislación de la UE de cara a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE en al menos el 55% en 2030. Por último, recientemente se ha presentado desde la Comisión Europea una recomendación a fin de establecer una reducción neta del 90% de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2040.

Los objetivos están marcados y no permiten elegir el ritmo de la descarbonización. Pero la realidad actual es que el coste de la energía en un escenario *Net Zero* («cero neto») es más caro respecto a los costes que hoy conocemos. Es cierto que esto cambiará y las tecnologías irán madurando, pero ese *gap* existe y supone un coste mayor de la energía respecto al escenario actual, que repercutirá en una pérdida de competitividad industrial y de renta de las familias, la zona roja del gráfico 2.

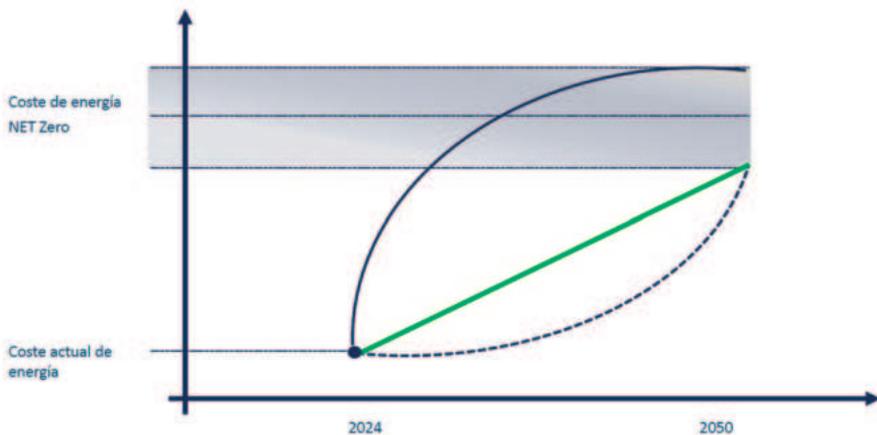
Gráfico 2. Área de pérdida de competitividad en la transición energética



El camino lo podemos recorrer de distintas formas. Si optamos por tecnologías inmaduras antes de tiempo nos iríamos a la banda alta (Gráfico 3). A modo de ejemplo, la tecnología fotovoltaica tenía en 2008 precios de 400 €/MWh, cuando en las recientes subastas salen precios rondando los 30 €/MWh. Adoptar una tecnología antes de tiempo supone un perjuicio en costes.

Podríamos ir por la banda baja del gráfico 3, trazando una estrategia basada en tecnologías maduras. Esto nos llevaría a un coste final inferior y a una transición más justa. La neutralidad tecnológica será la clave para mantener la competitividad industrial y la renta disponible de las familias.

Gráfico 3. Alternativas para alcanzar el escenario cero neto



A todo ello hay que sumarle el aseguramiento del suministro, algo que siempre damos por hecho y que no siempre es así. En un escenario energético con alta penetración de renovables no gestionables como al que nos dirigimos, con un objetivo de penetración del 84% según el reciente borrador de actualización del PNIEC, serán necesarios vectores energéticos que aporten flexibilidad y capacidad de almacenamiento al sistema eléctrico. Sin olvidar que, según indicó la Comisión Europea en el año 2022 en el *Plan REPowerEU*, se deben acelerar las correspondientes medidas para poner fin a la dependencia energética de la UE con respecto a los combustibles fósiles rusos.

Pues bien, estos tres condicionantes que hemos comentado:

- la necesaria descarbonización del sector gasista para cumplir el objetivo cero neto, especialmente para los sectores sin otra alternativa viable;
- junto con el aseguramiento del suministro, con la correspondiente diversificación del *mix* y la necesidad de reducir la dependencia energética del exterior;
- y todo ello realizado con unos costes razonables.

Conllevar necesariamente a impulsar los gases renovables: el biometano y el hidrógeno, principalmente. A ambos se aludirá a continuación

1.1. EL BIOMETANO

El biogás se produce mediante la digestión anaerobia de residuos orgánicos. Contiene aproximadamente un 60% de CH_4 y un 40% de CO_2 junto con otros componentes en menor medida (H_2O , H_2S , NH_3). Si sometemos el biogás a un proceso de limpieza, denominado *upgrading*, obtenemos biometano, que es en un 98% CH_4 (Gráfico 4).

Gráfico 4. Esquema de producción de biometano



Fuente: Elaboración propia.

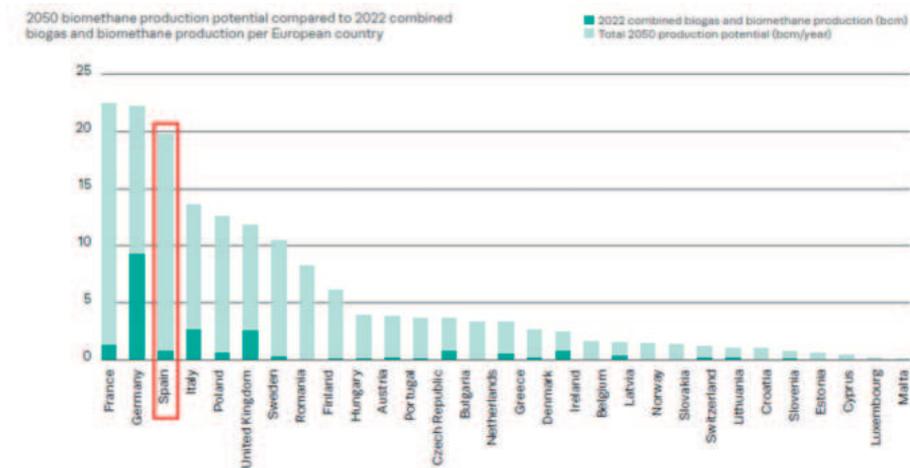
La ventaja más destacable del biometano es que es 100% compatible con el gas natural, dado que se trata de la misma molécula (CH_4). Esto posibilita el aprovechamiento de la infraestructura gasista de transporte y distribución existente, así como la utilización de los mismos equipos consumidores finales, reduciéndose el esfuerzo

inversor y posibilitando su rápida penetración. Esto resulta especialmente interesante para los sectores que van a seguir dependiendo del gas, como se ha indicado anteriormente. A modo de ejemplo, el sector doméstico podría descarbonizarse sin necesidad de realizar ningún gasto adicional, ya que las mismas calderas e infraestructura que actualmente utilizan como combustible gas natural podrían consumir biometano, un gas renovable.

Por otra parte, el biometano lleva más de 50 años entre nosotros. Se trata de una tecnología madura y la producción es continua. Es una de las pocas fuentes renovables actuales llamadas 24/7, que además es fácilmente almacenable a bajo coste aprovechando infraestructuras existentes, por lo que va a ofrecer una solución de almacenamiento estacional y semanal al sistema. Va a contribuir por tanto a dar estabilidad y capacidad de almacenamiento a un sistema eléctrico con cada vez más penetración de fuentes renovables no gestionables.

En cuanto al sector primario, el biometano va a contribuir a su descarbonización, especialmente al sector agrícola y ganadero, que concentra el 12% de las emisiones GEI en España (Gráfico 5). También a alcanzar los objetivos de reducción y reciclaje de residuos, pues en su producción se aprovechan multitud de ellos, solucionando el problema de gestión existente en España. Además de su producción se deriva un digerido que puede destinarse a la producción de fertilizantes orgánicos completando el ciclo de la economía circular. Por otra parte, va a contribuir al desarrollo del entorno rural y al cumplimiento de los objetivos de reto demográfico y transición justa de nuestro país.

Gráfico 5. Potencial de producción de biometano en 2050 comparado con la producción de biometano en 2022



Fuente: EBA Statistical Report 2023.

España es el tercer país europeo con mayor potencial de producción de biometano. El potencial de producción de biometano se estima en 233 TWh (20 bcm) según el consorcio *Gas for Climate*. Sedigas es más conservador y lo sitúa en 163 TWh (14 bcm). En cualquier caso, muy lejos de la producción de biometano del año 2022, que se situó en 8,3 TWh (0,7 bcm), según los datos indicados en el informe *EBA Statistical Report 2023* (Gráfico 5). Considerando el potencial de producción indicado por Sedigas de 163 TWh, estaríamos en disposición de suministrar con biometano el 45% de la demanda nacional del gas natural.

Queda por tanto demostrado que hay mucho potencial pero poco camino recorrido. Es urgente ampliar los objetivos nacionales de desarrollo. El *Plan REPowerEU* estableció un objetivo proporcional de producción de 35 TWh para 2030 en España y el reciente borrador de actualización del PNIEC establece un objetivo de 20 TWh para 2030. Es necesario actualizar, así pues, los objetivos nacionales.

Adicionalmente, es necesario establecer mecanismos de apoyo, con el fin de que se convierta en una palanca de descarbonización al ritmo que lo está siendo en otros países equiparables, como Francia y Alemania. Ejemplos de estos mecanismos podrían ser:

- Las obligaciones a la demanda.
- Los incentivos a la oferta, donde las pruebas de sostenibilidad tengan un mercado y un valor que viabilicen los proyectos.
- Subvenciones a distintas fases de la cadena de valor del biometano como ayudas a los costes de operación de la logística del residuo y a los costes de inversión de los equipos de tratamiento del digerido.
- Promoción de los biofertilizantes, sustituyendo las alternativas minerales, que suponen un 3% de la demanda mundial de energía.
- Regulación de las inversiones en las instalaciones de conexión con la red.
- Exenciones fiscales.

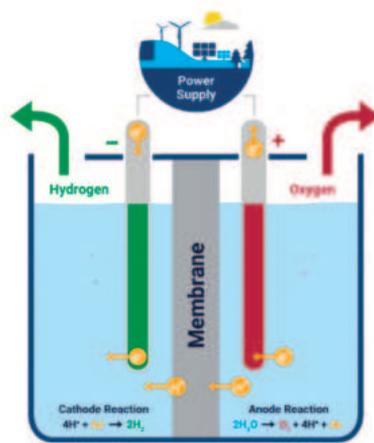
Como conclusión, la apuesta por el biometano necesita un compromiso país, que requiere el apoyo de diferentes organismos que deben estar alineados.

1.2. EL HIDRÓGENO

Todo apunta a que tendrá un papel relevante como combustible en el futuro, en tanto que se trata del elemento más abundante del universo y, tras el oxígeno, el más presente en la tierra. Además, en su combustión produce vapor de agua. No se considera una fuente de energía primaria, como los combustibles fósiles, solar o eólica, ya que se encuentra principalmente en forma de agua. Se considera un medio para almacenar, transportar y consumir energía, es decir, un vector energético.

Su producción se realiza aplicando una corriente eléctrica a la molécula de agua, de forma que se disocia la molécula de oxígeno de la de hidrógeno. Si la electricidad aplicada es renovable, el hidrógeno se considera hidrógeno renovable o hidrógeno verde (Gráfico 6).

Gráfico 6. Esquema de producción de hidrógeno renovable



El uso de energía renovable para su producción hace que se presente como una gran oportunidad para España, pues es el primer país europeo en recurso eólico y solar. También se pone en ventaja la posición geoestratégica privilegiada y lo desarrollado de su infraestructura gasista. Países del norte de Europa ya han anunciado que serán deficitarios de hidrógeno.

Existe compromiso por parte de las Administraciones que han establecido objetivos ambiciosos:

- El *Plan REPowerEU* establece un objetivo de 20 Mt de hidrógeno verde en la Unión Europea en 2030, 10 Mt de producción propia y 10 Mt importados.
- El reciente borrador de actualización del PNIEC establece un objetivo de 11 GW de electrólisis instalada en 2030 y una sustitución del 74% del hidrógeno gris consumido en la industria.

Sin embargo, hoy en día el precio del hidrógeno verde no es competitivo con respecto al hidrógeno gris y a los combustibles fósiles tradicionales a los que sustituye, los cuales tienen emisiones de CO₂. Es necesario establecer mecanismos de apoyo que permitan tomar decisiones de inversión y dinamizar el sector en esta fase incipiente. Al respecto hay que indicar que existen estudios que afirman que el hidrógeno verde será competitivo por sí mismo al final de la década, sin bien hay bastante disparidad en esto. Esta competitividad vendrá asociada principalmente a:

- La bajada de los precios de la electricidad, debido a la sucesiva entrada de renovables en el sistema. El coste eléctrico es el principal en un proyecto de hidrógeno, suponiendo un 70% del OPEX.
- La bajada del precio de la tecnología, su madurez tecnológica, el inicio de producción en serie, el establecimiento de economías de escala, curvas de aprendizaje, etc.
- El endurecimiento de las políticas ambientales, el establecimiento de obligaciones, la subida del precio del CO₂, etc.

2. EJEMPLOS DE UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EFICIENTE

Una vez analizada la situación de los gases renovables, nos centramos en dos ejemplos de cómo hacer una transición eficiente, teniendo en cuenta la generación renovable y sus características, y la forma en que se produce la demanda. Va a ser necesario hacer un encaje entre generación y demanda de forma óptima, utilizando cada fuente para lo que mejor convenga; en caso contrario, la transición energética no será eficiente en costes y repercutirá en la competitividad industrial y la renta de las familias, como hemos indicado anteriormente.

2.1. LA OPORTUNIDAD DEL HIDRÓGENO

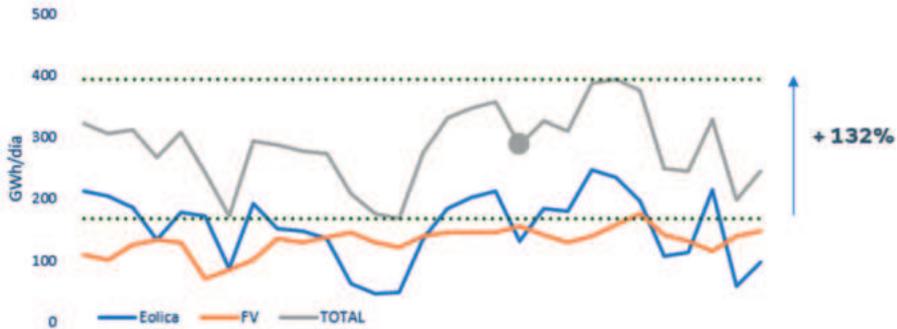
La producción de hidrógeno es intensiva en consumo de electricidad. Además, esta debe ser renovable y, según establecen los Actos Delegados de la Comisión Europea, adicional y simultánea a partir de 2030. En el gráfico 7 se muestra la producción solar y eólica media mensual del último año (de abril de 2023 a abril de 2024). Observamos que la producción fotovoltaica tiene un valle en los meses de invierno, que coincide con un período de alta demanda, y la eólica un perfil que tiende a compensar este efecto. Pues bien, adicionando las dos curvas vemos que entre el punto inferior y el superior hay una diferencia del 40%.

Gráfico 7. Producción mensual FV y EOL (abril 2023-abril 2024)



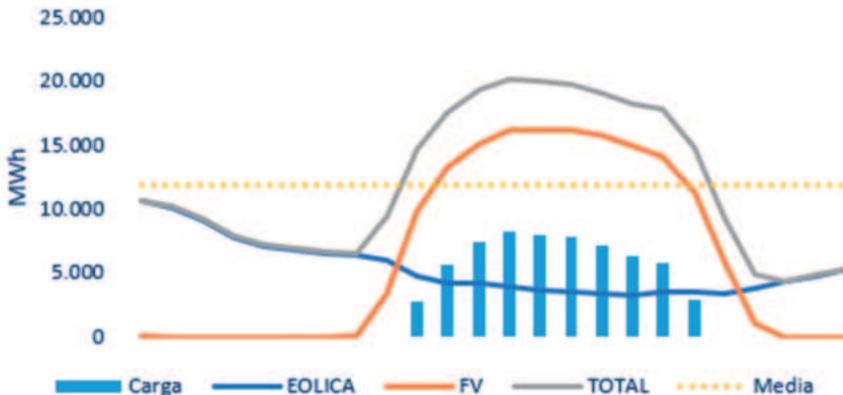
Pero manejar las medias siempre tiene un riesgo. Tomando el último mes completo (abril de 2024) y analizando la producción media diaria (Gráfico 8), vemos que la fotovoltaica tiene una línea más menos constante, que dependerá de los días nublados que haya habido ese mes, y la eólica sigue su perfil según los días más o menos ventosos. Pues bien, entre el día de mayor generación y el día que menos, hay una diferencia del 132%. Vemos que es complicado tener una demanda de electricidad plana únicamente renovable. Hoy en día es solo posible alcanzarla con el apoyo de los ciclos combinados.

Gráfico 8. Producción diaria FV y EOL (abril 2024)



Por último, se muestra un día medio dentro del mes de abril de 2024 (día 19/04) y se analiza su generación solar y eólica de forma horaria (Gráfico 9). La producción solar tiene su típica curva según la salida y la puesta del sol, con su momento máximo en las horas centrales del día. La producción eólica sigue su curva en función de la climatología. Pues bien, sumando las dos producciones y si se requiriese una producción plana, hubieran sido necesarios 63 GWh de almacenamiento.

Gráfico 9. Producción horaria FV y EOL (19-abril-2024)



Esto es a lo que se enfrenta cualquier consumidor que requiera un suministro renovable en plano 24/7, como podría ser el caso de la producción de hidrógeno. Para solucionarlo habría dos formas:

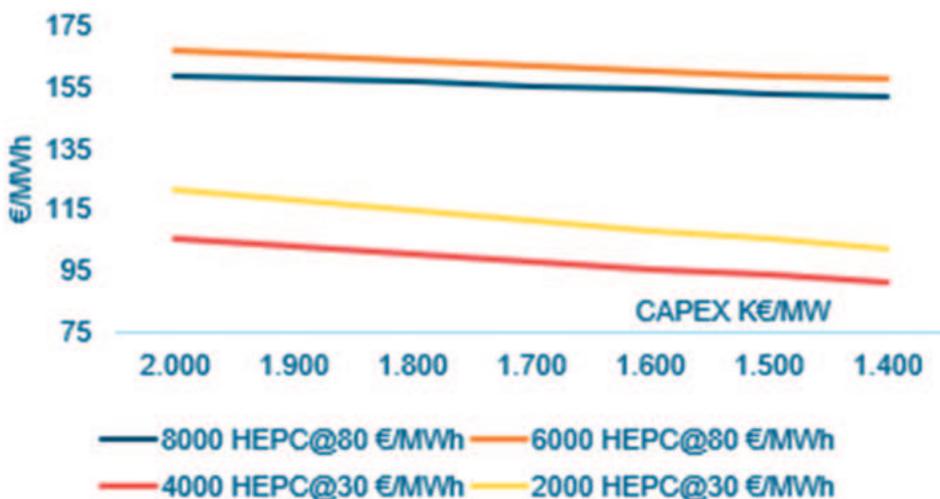
- Sobredimensionar las fuentes renovables, lo que favorecería el incremento de vertidos en las zonas de producción renovable máximas (las horas centrales del día).
- Sobredimensionar los electrolizadores para que incrementen su producción cuando hay electricidad renovable disponible, lo que conllevaría tener equipos infrautilizados cuando no la hay e incrementar las necesidades de almacenamiento con su correspondiente coste.

Por lo tanto, el sistema debe avanzar en dos caminos:

- Una generación flexible, cosa complicada con las fuentes solar y eólica, con un objetivo de penetración del 84% según el borrador de propuesta de actualización del PNIEC.
- Una demanda flexible, también complicado, pues viene impuesta por la sociedad, y no se le puede pedir que consuma un mes sí y un mes no.

Como conclusión, el hidrógeno solo será viable si se emplea para dotar de flexibilidad a la demanda de energía eléctrica en los momentos en que hay excedentes de generación renovable y se producen los vertidos. Se analizan a continuación sus costes de producción (Gráfico 10).

Gráfico 10. Coste nivelado de producción del hidrógeno verde



Se observa que el coste nivelado de producción del hidrógeno verde no tiene excesiva influencia del CAPEX, siendo las curvas en cierta medida planas. Si bien el coste del hidrógeno está muy determinado por el coste de la electricidad, como se comentó anteriormente. Si se opta por modelos de producción continua los costes serán elevados, en el entorno de los 155-175 €/MWh, por la infrutilización de la energía renovable, ya que se deberá diseñar para el día de menor producción y por lo tanto elevados vertidos. Por el contrario, si se opta por un funcionamiento limitado de horas, coincidiendo con los momentos de precios bajos donde se producen los vertidos, los precios descienden hasta los 115-95 €/MWh.

Ante lo cual, queda demostrado que la producción de hidrógeno verde en carga base será ineficiente en costes. La producción de hidrógeno verde de forma eficiente solo tendrá sentido de la mano de un funcionamiento intermitente, que contribuirá a la transición energética evitando vertidos y dotando de flexibilidad al sistema eléctrico, algo que además hará desde un punto de vista óptimo a nivel de costes.

Este funcionamiento intermitente va a suponer el reto para los fabricantes de electrolizadores de hacer una tecnología adaptada para este uso de forma segura y fiable, algo que hoy en día está en desarrollo. Por otra parte, el funcionamiento intermitente no contribuiría a crear una tecnología de generación renovable flexible (sí a flexibilizar la demanda), pero aquí entraría el concepto de transporte y almacenamiento. El hidrógeno por sí solo no se transporta y almacena fácilmente, debido a la propia física de la molécula y su baja densidad. En este sentido, en Portugal ya se ha planteado una apuesta para al aprovechamiento del CO₂ biogénico (procedente de un proceso de *upgrading* del biogás), ya que utilizado como elemento de transporte del hidrógeno verde permite aprovechar toda la cadena logística actual de la red de gas natural, ser transportado y distribuido por la red, almacenado en almacenamientos subterráneos y consumido por los equipos existentes sin tener que hacer inversiones.

2.2. EL SECTOR DOMÉSTICO

Como hemos indicado anteriormente, la descarbonización del sector doméstico es necesaria para alcanzar un escenario «cero neto». La demanda energética de los edificios proviene de la calefacción, en gran medida, y del agua caliente sanitaria en menor proporción. Es por tanto una demanda estacional centrada en invierno.

Cabe aquí analizar qué opción de generación se adapta mejor a este tipo de consumo. Actualmente se presentan dos alternativas para la descarbonización del sector, las bombas de calor eléctricas y el biometano, que se analizan seguidamente:

- Bombas de calor eléctricas:

Presentan el inconveniente del desajuste entre la oferta y la demanda, dado que esta última se concentra en invierno y la generación renovable es mayor en verano por el efecto de la generación fotovoltaica. En el mundo eléctrico, el almacenamiento de energía estacional es simplemente imposible desde un punto de vista eficiente en costes.

Almacenar energía en junio para consumirla en noviembre no es factible: se podría cargar una batería una vez al año que hiciera ese ciclo, pero el precio sería desorbitado. A todo esto hay que sumar el desarrollo adicional que requerirá de las redes eléctricas, la necesidad del aumento de la capacidad punta del sistema y el aumento de la potencia contratada en los domicilios para unos factores de utilización bajos. Por otra parte, las bombas de calor eléctricas presentan mejores rendimientos en las zonas sur y mediterránea, donde hablamos de saltos térmicos menores. En ambientes fríos los rendimientos se reducen. Por último, hay que aludir a la inversión que deben realizar las familias para adaptar sus hogares a esta nueva tecnología.

Veamos algunos datos. Si queremos electrificar la calefacción, pero manteniendo el mismo nivel de confort y usar bombas de calor de baja temperatura para que sean eficientes, esto supondría, además de las inversiones eléctricas, que un hogar medio de 80 m² tendría que afrontar una inversión de unos 20.000 euros. España dispone de unos 18 millones de viviendas de primera residencia; de ellas, aproximadamente 10 millones tienen calefacción mediante hidrocarburos, por lo que el coste de electrificar la calefacción supondría una inversión familiar superior a los 200.000 millones de euros. El doble de los ahorros familiares. Resulta absurdo desde un punto de vista medio e imposible para los dos primeros cuartiles de renta. Se corre el grave riesgo de que la obsesión de electrificar la calefacción, prohibiendo otras alternativas, lleve a una electrificación de la calefacción en base a radiadores eléctricos con mínima inversión, pero con una pérdida de eficiencia descomunal y unas necesidades de inversión en redes fuera de escala, ya que sería necesario multiplicar, al menos por dos, la potencia necesaria por vivienda.

- Biometano:

Como ya se ha comentado, el biometano es 100% compatible con el gas natural, por lo que no requiere de ninguna modificación en los equipos existentes y puede ser distribuido aprovechando la infraestructura actual de gas natural. Se trata de una tecnología que permite el almacenamiento estacional a bajo coste, y por tanto puede almacenar energía en verano para ser consumida en invierno en los momentos puntas de calefacción de los hogares. Las ventajas de este tipo de combustible ya se han enumerado anteriormente: contribuirá a la gestión eficiente de los residuos, economía circular, desarrollo del entorno rural, y, si pensamos en un cliente doméstico, hay que destacar que no requiere de ninguna inversión adicional.

En suma, no todo vale para todo y no existe una solución única. La neutralidad tecnológica será clave para que la transición sea eficiente y asequible en costes. En este caso la utilización de biometano para el sector doméstico es la opción que mejor se adapta y mejor encaja las características de la generación con las del consumo, sin quitar sentido a que la electrificación directa sea la solución óptima en otros casos.

3. SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE AYUDAS Y SUBVENCIONES

En cuanto a subvenciones, se han aprobado distintas líneas de ayudas para apoyar el desarrollo de proyectos de gases renovables. Previo a la crisis de la COVID-19, las subvenciones que se destinaban a esta tipología eran limitadas y se articulaban en fondos como los FEDER (Impulsar el desarrollo regional y cohesionar Europa), CEF (Acelerar la inversión en las redes transeuropeas) y otros fondos centrados en la innovación e investigación.

A raíz de la crisis de la COVID-19, y posteriormente debido a la guerra en Ucrania y la crisis energética, se aprobaron paquetes de ayudas para paliar los efectos y redirigir la recuperación económica en forma de transición verde y digital. A nivel europeo se aprobó el plan *NextGenerationEU*, con una dotación total de 750 mil millones de euros, ampliados posteriormente por el *Plan REPowerEU*, tras la guerra en Ucrania. Este presupuesto se asignó a los distintos países de la Unión; a España se le asignaron 160 mil millones de euros y se han ido liberando en diferentes fases (Gráfico 11).

Gráfico 11. Situación actual fondos *NetxGenerationEU*



España creó el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) con el objetivo de canalizar los fondos *Next Generation* recibidos y destinarlos a reparar los daños provocados por la crisis de la COVID-19 a través de reformas e inversiones que se interrelacionan.

Para ordenar e identificar claramente las diferentes líneas de ayudas en las que se enfoca el PRTR se crearon los PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica), en concreto 12 (Gráfico 12).

Gráfico 12. PERTE anunciados



El PERTE por el que se están articulando la mayoría de las ayudas relacionadas con los proyectos de gases renovables es el PERTE ERHA (Energías Renovables, Hidrógeno y Almacenamiento) que, a su vez, se divide en 17 medidas facilitadoras en cuatro áreas de actuación.

En el ámbito del biogás se publicó en julio de 2022 a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) la primera convocatoria «Programa de incentivos a proyectos singulares de instalaciones de biogás», con una dotación de 150 millones de euros destinada a subvencionar proyectos de producción de biogás mediante digestión anaerobia y su aprovechamiento mediante producción de calor y/o frío, producción de electricidad, cogeneración de alta eficiencia y depuración hasta biometano. También se subvenciona el tratamiento del digerido en línea con los principios de economía circular.

La realidad de estas subvenciones ha sido que no han ayudado a los proyectos que permiten la descarbonización a través de los gases renovables por los siguientes motivos: (i) los porcentajes de subvención para la valorización de biogás en forma de biometano eran sustancialmente menores que su uso para producción de calor/frío, electricidad y su uso en cogeneraciones, y (ii) estas ayudas eran incompatibles con la emisión y venta de certificados verdes.

Entendiendo que esta incompatibilidad se debe a la doble subvención que ocurriría si se reciben ayudas a la inversión y a su vez se obtiene beneficio por la venta de certificados verdes, creemos que se debería apoyar a otras áreas dentro de la cadena de valor del biometano como son la logística de los residuos o el tratamiento del *digestato* sin afectar a la comercialización de los certificados verdes.

Para los proyectos de hidrógeno se han publicado varias convocatorias a través del IDAE: desde febrero del 2022, los programas «Cadena de valor innovadora del hidrógeno», con una dotación de 250 millones de euros, y «Proyectos pioneros y singulares de hidrógeno renovable», con una dotación de 150 millones de euros; en junio de 2023 se publicó la segunda convocatoria de «Proyectos pioneros y singulares de hidrógeno renovable», con una dotación de otros 150 millones de euros.

El máximo que se podía percibir en todas estas convocatorias por cada proyecto eran 15 millones de euros o un 40% de los costes elegibles, cuantías insuficientes para incentivar grandes proyectos de hidrógeno que permitan aumentar la oferta de hidrógeno renovable significativamente y se aprovechen de economías de escala. También los plazos de tres años de ejecución que se establecen en estas convocatorias son insuficientes para desarrollar un proyecto de hidrógeno renovable actualmente, debido a toda la tramitación y permisos requeridos junto con los retrasos en la fabricación y logística de los equipos necesarios.

A nivel europeo, la COVID-19 también provocó que surgieran nuevos programas de subvenciones que apoyan la descarbonización. El más relevante ha sido el programa «Innovation Funds», cuyos fondos proceden del Sistema de Comercio de Derechos de

Emisión de la Unión Europea (EU ETS). Publicó su primera convocatoria en 2020 con un presupuesto de 1.000 millones de euros y, desde entonces, se han ido publicando convocatorias anualmente y aumentando su presupuesto hasta los 4.000 millones de euros anunciados en la última convocatoria a finales de 2023. La filosofía de este fondo es financiar proyectos innovadores que no sean rentables por sí mismos hasta un 60% de la diferencia entre el coste de producción de la energía renovable y el precio de venta. Debido a que solo subvencionan un 60% de tu «pérdida», es necesario complementar la subvención de este programa con otras ayudas para poder armar un proyecto rentable. Por este motivo, este programa supone una ayuda a los proyectos de energías limpias, pero por sí mismo no viabiliza al 100% su desarrollo e implementación.

Para acelerar el desarrollo del hidrógeno verde en Europa y cumplir con los objetivos establecidos en el *Plan REPowerEU* ya mencionados anteriormente, a finales 2023 se publicó dentro de la iniciativa del Banco Europeo del Hidrógeno la primera subasta para proyectos maduros de hidrógeno renovable. Esta subasta ha contado con 800 millones de euros de presupuesto en un sistema *pay-as-bid* sin precio mínimo, en el que los productores de hidrógeno pujarán por la retribución mínima que están dispuestos a recibir hasta agotar el presupuesto. Han sido seleccionados un total de siete proyectos, cinco de ellos en la península ibérica (tres en España y dos en Portugal) con un precio de entre 0,37 y 0,48 €/kg. Dado el éxito de esta primera convocatoria se ha anunciado recientemente una segunda convocatoria para finales de 2024 con un presupuesto de 2.200 millones de euros, endureciendo las condiciones.

4. PROYECTOS DE NATURGY EN OPERACIÓN Y DESARROLLO

Naturgy quiere ser la empresa líder en el impulso de los gases renovables y, por ello, se está posicionando para aprovechar la oportunidad que ofrecen para avanzar hacia la descarbonización y está dispuesta a desplegar importantes inversiones y recursos en este negocio.

En la actualidad gestionamos una amplia cartera de proyectos en todo el territorio en distintas fases de desarrollo, y ya contamos con dos plantas de producción de biometano propias en operación en la EDAR de Bens (A Coruña) y Cerdanyola del Vallès (Barcelona), y en breve se pondrá en marcha una tercera en Vila-Sana (Lleida). A estas se sumarán en los próximos meses otras dos plantas que están en desarrollo avanzado o construcción en Utiel (Valencia) y Utrera (Sevilla). Con estas cinco plantas Naturgy contará con un total de 104 GWh anuales de producción de biometano (Gráfico 13).

Gráfico 13. Proyectos de biometano en tramitación avanzada o construcción



INNOVANDO PARA CRECER

JOANA FREITAS

Miembro del Consejo de Administración de EDP Generation

SUMARIO: 1. EDP, LIDERANDO LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA GLOBAL Y LA CREACIÓN DE VALOR. 2. SOLUCIONES DE EDP COMO *PARTNER* DE TRANSFORMACIÓN HACIA UNA INDUSTRIA SOSTENIBLE. 3. COLABORACIÓN DE EDP CON UNIVERSIDADES EN ESPAÑA. 4. TRANSICIÓN ENERGÉTICA: RETOS Y LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN. 5. CONCLUSIONES.

1. EDP, LIDERANDO LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA GLOBAL Y LA CREACIÓN DE VALOR

Tamaño y posicionamiento global de EDP

EDP es la eléctrica más sostenible del mundo, según el Índice Dow Jones de Sostenibilidad, y la cuarta productora mundial de energía eólica, contando con una plantilla de más de 13.000 empleados y con presencia en 29 países.

La empresa se encuentra en un período de transformación sostenible apalancado en la excelencia ESG y en las energías renovables, habiendo definido ambiciosos objetivos, como abandonar la generación con carbón en 2025, ser 100% verde en 2030 y *Net Zero* en 2040.

Para ello, EDP está experimentando un proceso de crecimiento acelerado, con inversiones de 25.000 millones de euros en el período 2023-2026, que permitan la instalación de 4,5 GW/año y superar los 50 GW de potencia instalada en 2030.

Proyectos green hubs de EDP, líderes en transformación energética en España

Es fundamental destacar nuestros proyectos de transición justa en España como ejemplo a seguir. EDP está implementando tecnologías sostenibles e innovadoras en los emplazamientos de sus antiguas centrales, a la vez que promueve la transformación

del tejido industrial regional y el desarrollo profesional de los empleados afectados por los cierres de las centrales.

Ejemplos de *green hubs* de EDP:

- *Reconversión de la central de carbón de Aboño a gas natural.* Este proyecto persigue garantizar el suministro eléctrico en Asturias y afianzar el compromiso de EDP con la creación de empleo local. Además, es un ejemplo de economía circular, al revalorizar gases de alto horno provenientes de la fábrica de ArcelorMittal y un posible *blending* de hidrógeno verde del proyecto Asturias H₂ Valley.
- *Hidrógeno verde.* Los *green hubs* de Aboño, Soto de Ribera y Los Barrios cuentan con proyectos con una potencia conjunta de más de 250 MW en su primera fase y más de 1 GW en la segunda fase.
- *Almacenamiento.* EDP cuenta con varios proyectos de baterías ion-Li (más de 30 MW), así como proyectos de baterías de flujo redox (más de 5 MW).

2. SOLUCIONES DE EDP COMO *PARTNER* DE TRANSFORMACIÓN HACIA UNA INDUSTRIA SOSTENIBLE

EDP cuenta con un portafolio de servicios y productos que cubren las principales necesidades de descarbonización de la industria.

Generación de electricidad renovable

La energía renovable, que es abundante y de bajo coste en países como España, con excelentes recursos eólicos y solares, se convierte en un factor clave de competitividad para la localización de industrias electrointensivas (producción de acero, cemento, productos químicos, cerámica, etc.). Además, las renovables pueden derivar incluso en una ola de desarrollo tecnológico y crecimiento de un tejido industrial sostenible.

La electrificación es una de las palancas esenciales para la descarbonización de procesos industriales. De esta forma, y con el impulso de la firma de PPAs de origen renovable, es posible avanzar hacia la reducción del uso de combustibles fósiles. La cartera de activos renovables de EDP en España (más de 2,8GW) permite un aprovisionamiento competitivo de energía verde a nuestros clientes.

Además, EDP puede proveer servicios complementarios para una descarbonización integral, pudiendo asistir en el desarrollo de instalaciones de autoconsumo y almacenamiento, así como en infraestructura para la movilidad eléctrica.

Industria pesada y el hidrógeno verde

En el caso de las industrias pesadas, donde la electrificación no sea posible, el hidrógeno verde puede representar una alternativa de gran valor. Esto se observa espe-

cialmente en industrias intensivas en energía, que realicen procesos de hidrogenación o usen amoníaco como materia prima en sus cadenas de producción. El *know-how* de EDP del hidrógeno verde, así como el elevado grado de avance de nuestros proyectos, son palancas fundamentales para sostener nuestro ambicioso plan de crecimiento. Además, la obtención de financiación por parte de instituciones nacionales e internacionales (Innovation Fund, PERTE...), y el reconocimiento de la importancia de los proyectos (IPCEI, PCI...) son un ejemplo de la calidad y madurez de nuestros proyectos.

3. COLABORACIÓN DE EDP CON UNIVERSIDADES EN ESPAÑA

Programa EDP Suma+

Dentro del Programa EDP Suma+, una de las iniciativas es EDP Partners, e incluimos la relación con las comunidades educativas y universidades y el fomento de actividades STEAM. El objetivo de estas actuaciones es:

- Impulsar y facilitar las competencias tecnológicas y en el campo de la energía.
- Desarrollo de proyectos de investigación de interés común.
- Atracción de talento y fomento de la empleabilidad futura.
- Apoyo a la diversidad e igualdad.
- Identificación de EDP como un agente comprometido con el territorio, líder en sostenibilidad y líder en la transición energética.

Convenios de colaboración con universidades

- *Cátedras universitarias.* Actualmente tenemos dos cátedras cuyos objetivos generales son la formación, investigación y desarrollo y transferencia de conocimiento en el campo de la transición energética y gestión ESG de las organizaciones mediante la realización de las correspondientes actividades formativas, actividades de investigación y organización de seminarios, conferencias y otras actividades de divulgación de esta temática, tanto para el alumnado como para la sociedad.
 - *EDP Energía Los Barrios.* Convenio de Colaboración con la Universidad de Cádiz, en el Campus de Algeciras (Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Algeciras).
 - *EDP Energía Puente Nuevo.* Convenio de Colaboración con la Universidad de Córdoba, en la Escuela Politécnica Superior de Belmez.
- *Convenio con la UIMP (Universidad Internacional Menéndez Pelayo).* Se renueva anualmente, habiéndose realizado en julio de 2023 un encuentro de tres días para la celebración del Seminario «Un impulso hacia la transición energética: las nuevas tecnologías», en el que expertos de EDP compartieron

la más reciente información sobre las tecnologías solar, hidrógeno, eólica *off-shore* y la digitalización en las redes de distribución, su evolución y las barreras que aparecen para su desarrollo, junto con la visión externa de la cadena de valor.

- *Convenio con la Universidad de Oviedo.* Los alumnos de la Escuela de Minas, de la Escuela de Industriales y de la Facultad de Ciencias Económicas participan en el Seminario de Energía EDP, curso específico sobre nuevas tecnologías en la transición energética.
- *Convenios con otras universidades.* Suscritos acuerdos con varias universidades (Cantabria, Santiago de Compostela —Campus de Lugo— y Politécnica de Madrid), por los que los alumnos tienen la posibilidad de participar en los Seminarios de Energía EDP.

4. TRANSICIÓN ENERGÉTICA: RETOS Y LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN

La innovación es fundamental para afrontar el reto de la transición energética. La innovación desempeña un papel fundamental para superar los principales desafíos a los que se enfrenta el mundo y el reto de la transición energética. La necesidad de incrementar la velocidad y escala de la implementación de proyectos renovables, los cuellos de botella en la cadena de suministro y en la gestión administrativa de permisos y la escasez de mano de obra cualificada son algunos de los retos del sector. Además, estos desafíos se ven agravados por las altas tasas de interés y la incertidumbre geopolítica.

No existe una única solución «milagrosa» para la transición energética; en su lugar, se requerirá una combinación de diversas tecnologías. Para las tecnologías ya existentes, como la energía solar fotovoltaica, eólica (terrestre y marina) y el almacenamiento, necesitamos velocidad, escala y enfoque para acelerarlas de manera exponencial. Paralelamente, necesitamos innovación para encontrar nuevas soluciones que puedan abordar los cuellos de botella en la red, acelerar la generación de energía renovable y acelerar la descarbonización y electrificación del consumo.

Innovación en EDP (modelo, estrategia e impacto)

La innovación está arraigada en el ADN de EDP. De hecho, nos hemos comprometido con una inversión de cerca de 1.000 millones de euros exclusivamente en innovación durante el período 2023-2026, y hemos llevado a cabo proyectos de alto impacto para el sector energético, como:

- *WindFloat Atlantic*, el primer parque eólico flotante operativo en Europa con 25 MW.
- *Alqueva*, el parque solar flotante más grande en un embalse en Europa con 5 MW.

Con el propósito de acelerar nuevos negocios con impacto y promover la rápida adopción de soluciones innovadoras para liderar la transición energética, la innovación en EDP está diseñada para abordar los problemas de la transición energética, ofrecer valor a los negocios actuales y futuros, y fortalecer la capacidad de previsión de EDP:

- Nuestra innovación se basa en la resolución de problemas en lugar de estar impulsada por la tecnología, precisamente para garantizar orientación y enfoque en el impacto.
- Los equipos de innovación trabajan muy de cerca con los equipos comerciales, desempeñando un papel complementario y brindándoles nuevas opciones.

Buscamos la innovación en 7 (+1) *dominios estratégicos de innovación*, totalmente alineados con la estrategia corporativa y las tendencias del mercado, y en nuestros cinco centros geográficos:

- Renovables, Redes del Futuro, Recursos Energéticos Distribuidos, Hidrógeno Verde, Almacenamiento y Flexibilidad, Movilidad y Descarbonización.
- El dominio de Open Box es un recordatorio de que siempre debemos prestar atención a los espacios energéticos futuros emergentes que pueden impactar nuestro negocio.
- Nuestros cinco centros geográficos son Portugal, España, América del Norte, Brasil y APAC.

Nuestro modelo de innovación está diseñado para desarrollar, recopilar y adquirir conocimientos tecnológicos y de mercado *a través de tres vías de innovación*:

- *Incubación interna*: desarrollamos internamente y entregamos proyectos de innovación con alto potencial que abordan las necesidades actuales y futuras de nuestros diferentes negocios (con potencial de «escalado»), lo que generalmente se denomina «construcción de empresas». Tenemos varios proyectos en curso dentro de los dominios estratégicos.
- *Ecosistema*: aprovechamos diferentes ecosistemas para identificar y probar soluciones que pueden aportar ventajas competitivas al Grupo, siguiendo un enfoque de innovación abierta, que incluye *startups*, universidades, etc.
 - Contamos con dos programas insignia de *startups* (*Free Electrons*, junto con otras 6 empresas; y *Energy Starter*, nuestro propio programa).
 - Hemos realizado un total de 121 pilotos, de los cuales 21 se han desarrollado en los últimos 18 meses, en varias geografías y unidades de negocio.
 - EDP también tiene asociaciones/participación en:

- ✓ Foros energéticos (Eurelectric — Grupo de Trabajo de Competitividad Industrial e Innovación).
 - ✓ Laboratorios y centros de investigación (Smart Energy Lab; Stanford, a través de Free Electrons).
 - ✓ Proyectos con universidades (NOVA SBE, IE Business School, Técnico, Universidad de Sao Paulo, Universidad de Oviedo, Politécnica de Madrid, etc.).
- *Capital de Riesgo Corporativo*: identificamos e invertimos en *startups* con alto potencial estratégico y financiero (principalmente de semilla hasta serie B).
 - Hasta el momento, se han invertido alrededor de 70 millones de euros, con aproximadamente 40 inversiones activas.
 - Recientemente, se han realizado inversiones importantes en Terabase (automatización de la construcción de parques solares) y Captura (tecnología de eliminación de carbono).

La innovación también contribuye a fortalecer la capacidad de previsión de EDP y a difundir una cultura de innovación en toda la organización a través de varias iniciativas, incluido nuestro programa global de emprendimiento (The Spiral: nuestra primera edición tuvo alrededor de 70 solicitudes con representación de todas las geografías y negocios).

5. CONCLUSIONES

En EDP estamos firmemente comprometidos con la descarbonización de la industria y con ayudar a nuestros clientes en este proceso. Nuestros esfuerzos en innovación y desarrollo de nuevas tecnologías están orientados a brindar soluciones sostenibles que apoyen la transición hacia un modelo energético más limpio. Además, estamos enfocados en la recualificación de nuestros empleados para que puedan desempeñar roles clave en esta nueva era de la industria energética. A través de nuestro compromiso con la innovación, la descarbonización y la formación de nuestros equipos, estamos preparados para ayudar a nuestros clientes a alcanzar sus objetivos de sostenibilidad y a enfrentar los desafíos de la transición energética de manera efectiva y exitosa.

CONSTRUYENDO UN FUTURO SOSTENIBLE

EVA PAGÁN
CSO de Redeia

Introducción

La transición energética, la conectividad y las personas se consolidan como ejes necesarios y claves de presente y futuro que nos van a permitir alcanzar y hacer compatibles los objetivos y estrategias de cero emisiones netas con los objetivos de un desarrollo europeo competitivo y sostenible. Y todo ello, en un contexto marcado por la necesaria toma de conciencia y acción ante los desafíos globales de carácter social, ambiental, éticos y económicos que afectan al planeta y a la sociedad y a los que debemos enfrentarnos.

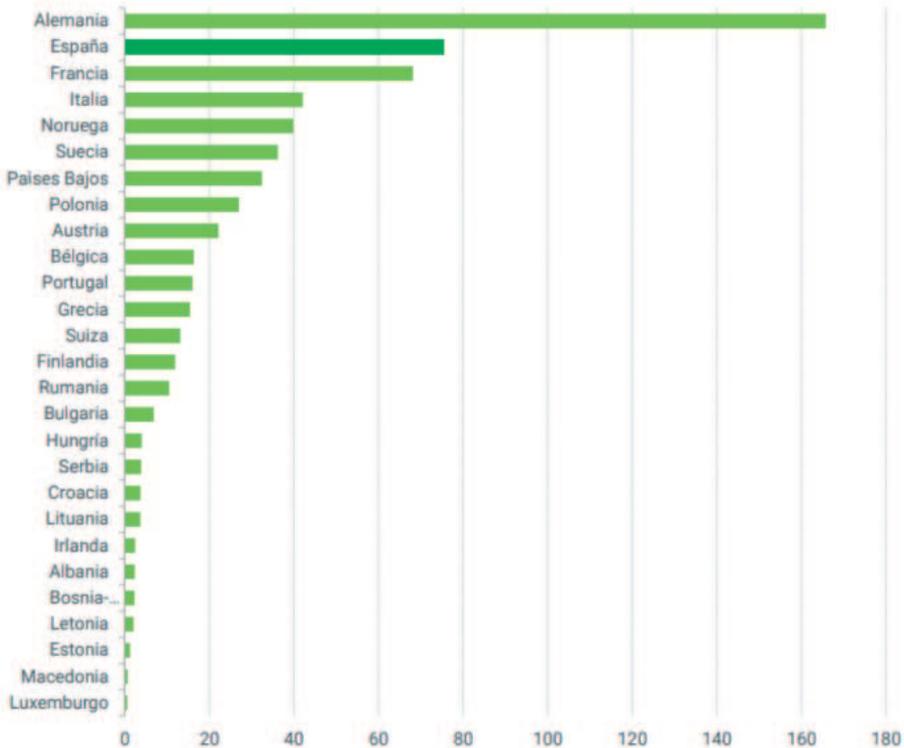
Contexto energético europeo

En un contexto de recuperación de la actividad económica tras la pandemia de la COVID-19 y de conflictos bélicos que introducen nuevos elementos de incertidumbre, el año 2023 a nivel europeo vino marcado por la finalización en la tramitación de algunas de las principales piezas legislativas del Paquete *Fit for 55*. Dicho paquete consiste en un conjunto de propuestas legislativas encaminadas a garantizar que las políticas de la Unión Europea se ajusten a los objetivos climáticos acordados por el Consejo y el Parlamento Europeo. De las iniciativas más relevantes y relacionadas con los objetivos de descarbonización hay que destacar la Directiva 2023/2413, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, que aumenta hasta el 42,5% el objetivo de la UE de energías renovables al 2030 en el consumo de energía final.

Y esa apuesta decidida de Europa a favor de la energía procedente de fuentes renovables persigue un doble objetivo: incrementar la independencia energética y alcanzar, a largo plazo, la descarbonización de la economía, propiciando que en el conjunto de países de ENTSO-E la participación de la energía renovable sobre el total de la generación eléctrica haya alcanzado ya en 2023 el 45,1% de la energía producida (39,3% en 2022).

Los datos extraídos procedentes de la ENTSO-E Transparency Platform¹ muestran los avances en los últimos años, tal y como puede verse en los gráficos 1, 2 y 3. Puede apreciarse que España es el segundo país (solo detrás de Alemania) tanto en potencia renovable instalada como en generación solar y eólica.

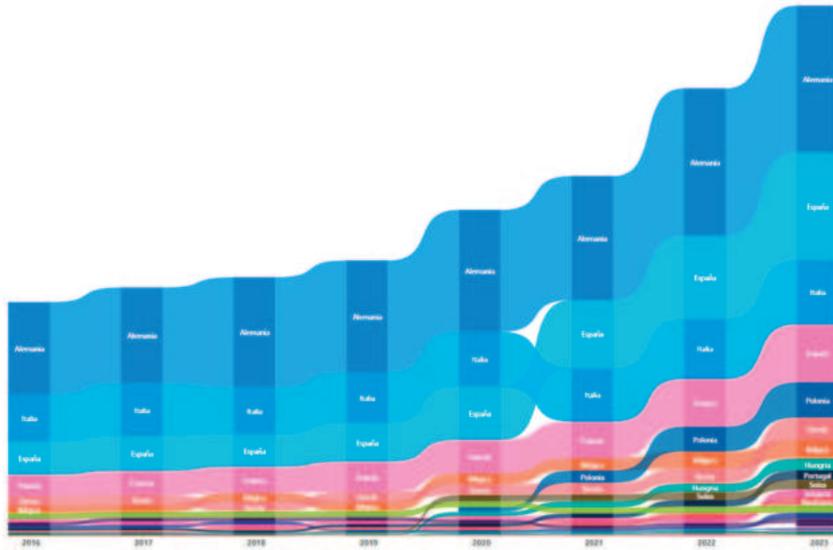
Gráfico 1. Potencia renovable de cada país miembro de ENTSO-E (en GW)



Fuente: datos procedentes de ENTSO-E Transparency Platform con fecha 24/1/2024.

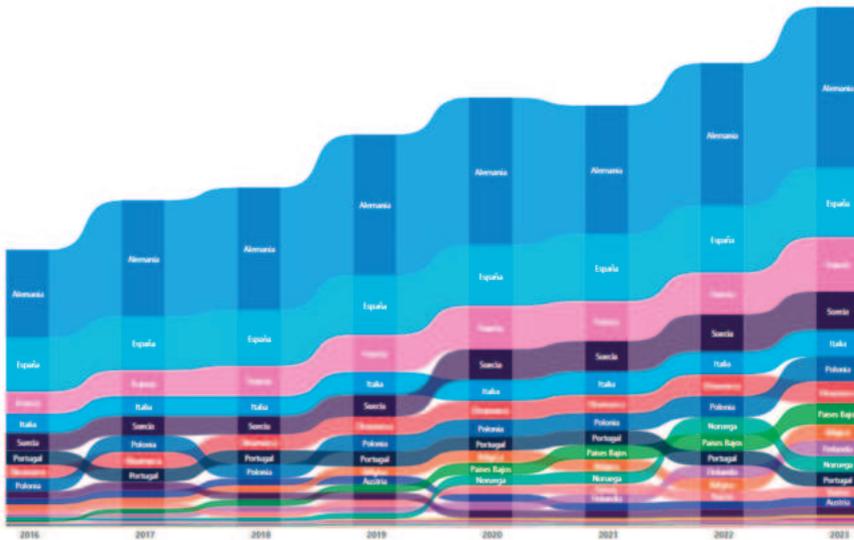
1. Estos datos se amparan bajo los criterios del Reglamento (UE) n.º543/2013, englobando a unidades con potencia instalada igual o superior a 1 MW y por tanto difieren de los datos usados para el caso concreto de España a nivel nacional que consideran la potencia instalada total.

Gráfico 2. Evolución de la energía solar generada en Europa, 2016-2023 (en GWh)



Fuente: datos procedentes de ENTSO-E Transparency Platform con fecha 24/1/2024.

Gráfico 3. Evolución de la energía eólica generada en Europa, 2016-2023 (en GWh)



Fuente: datos procedentes de ENTSO-E Transparency Platform con fecha 24/1/2024.

Plan Industrial del Pacto Verde Europeo

Por otra parte, la Comisión Europea presentó, el 1 de febrero de 2023, el Plan Industrial del Pacto Verde Europeo, con el objetivo de hacer más competitiva a la industria europea relacionada con la transición energética y la descarbonización de la economía. Se trata de una respuesta a la Inflation Reduction Act de Estados Unidos, la cual contempla subsidios por miles de millones de dólares en las industrias verdes norteamericanas para desarrollar su propio ecosistema industrial y ser líderes en este sector.

El Plan contempla una hoja de ruta en la que se anuncian varias propuestas legislativas para conseguir que la UE continúe en una posición de liderazgo en el sector industrial verde. Está basado en cuatro pilares: un entorno regulatorio previsible y simplificado, la aceleración del acceso a la financiación, la mejora del capital humano y la apertura del comercio para conseguir cadenas de suministro resistentes.

El Plan está orientado a conseguir un sector industrial más competitivo, e incluye, respecto a las infraestructuras, que la Comisión estudie vías, incluyendo acciones legislativas, que aseguren que los Estados miembros desarrollan sus infraestructuras energéticas transfronterizas, de modo que no se produzcan retrasos indebidos en el despliegue de las infraestructuras estratégicas. También recoge que, para desarrollar y reforzar las infraestructuras de hidrógeno y electricidad, la Comisión seguirá examinando las necesidades de recursos de los Fondos CEF y utilizará todo el alcance del Reglamento TEN-E para acelerar la planificación, financiación y despliegue de infraestructuras transfronterizas cruciales.

EU Action Plan for Grids — Grids, the missing link

Acompañando a dicho Plan, el 29 de noviembre de 2023, en el marco de los «PCI days», la Comisión Europea presentó la Comunicación «EU Action Plan for Grids — Grids, the missing link». Se trata de una comunicación de la Comisión con la que se busca poner las redes en el centro de su Agenda y facilitar su despliegue, pues, tal y como ha manifestado la Comisaria europea Kadri Simson, «There is no Transition without Transmission».

En conjunto, la Comisión calcula que son necesarios 584.000 millones de euros en inversiones para las redes eléctricas en esta década. Esto representa una parte significativa de la inversión global necesaria para la transición energética. Dicha Comunicación contiene un plan de acción de 14 puntos para hacer que las redes eléctricas europeas sean más fuertes, estén más interconectadas, más digitalizadas y sean ciberresistentes. Identifica también siete retos horizontales para acelerar el ritmo de desarrollo de la red en Europa:

- 1) acelerar la ejecución de los PIC existentes y desarrollar nuevos proyectos;
- 2) mejorar la planificación de la red a largo plazo;

- 3) introducir un marco regulatorio favorable y preparado para el futuro;
- 4) hacer un mejor uso de las redes existentes y dotarlas de inteligencia;
- 5) mejorar el acceso a la financiación;
- 6) garantizar procesos de concesión de permisos más rápidos y ágiles;
- 7) y reforzar las cadenas de suministro.

Entre los aspectos más relevantes de la Comunicación, la Comisión considera que la rápida evolución que está teniendo el panorama energético exige una planificación dinámica y exhaustiva a largo plazo de las redes de transporte de electricidad, de forma que se asegure la correcta integración de la planificación terrestre y la marina, así como entre sectores: hidrógeno, infraestructuras de recarga, calefacción y refrigeración, dióxido de carbono, los procesos industriales electrificados y el gas.

Por otro lado, la Comisión pone de manifiesto que limitar el desarrollo de los proyectos de redes a las necesidades actuales puede suponer un incremento de los costes futuros del sistema. En este sentido, destaca la importancia de las inversiones anticipatorias y afirma además que no existen incentivos suficientes para la adopción de redes inteligentes, eficiencia de redes y tecnologías innovadoras debido a las estructuras tarifarias predominantes centradas en CAPEX. La compensación insuficiente de los OPEX no refleja adecuadamente los crecientes costes de la digitalización, el procesamiento de datos o la flexibilidad. Por último, la Comisión también hace referencia a la importancia de apoyar la aceleración de los procedimientos administrativos y anima a los Estados miembros a transponer rápidamente la RED III, con vistas a acelerar el desarrollo de las redes.

Hoja de ruta para las redes eléctricas en España

A nivel nacional, cabe destacar que para acompañar a todas estas medidas que buscan facilitar la consecución de objetivos a 2030, y relativo a redes de transporte eléctrico, en España se publicó en diciembre de 2023 la Orden TED/1375/2023, por la que el Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico (MITERD) inicia el procedimiento para diseñar la planificación de electricidad con horizonte 2023-2030, y que tomará en consideración los nuevos objetivos más ambiciosos publicados en el borrador del nuevo Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023-2030 aprobado en Consejo de Ministros en junio de 2023.

La norma aumenta la ambición de los principales objetivos a 2030. Asimismo, incluye la posibilidad de introducir modificaciones puntuales en la vigente Planificación 2021-2026 para dar viabilidad a proyectos estratégicos a corto plazo, así como al inicio de los trabajos de una nueva Planificación para el período 2024-2029. Adicionalmente, mantiene la importancia de las interconexiones, entre las que incluye el Golfo de Vizcaya (Francia) y la nueva interconexión con Portugal.

Compromiso de Redeia

Y, en ese entorno, Redeia está haciendo frente a esta realidad con un alto grado de compromiso con la innovación, la sostenibilidad y la creación de valor compartido, tal y como se desprende de su Plan Estratégico 2021-2025 y de su Compromiso con la Sostenibilidad 2030.

La estrategia de crecimiento futuro de Redeia se centra en el desarrollo de las infraestructuras de transporte necesarias para hacer realidad la transición energética y de proyectos de almacenamiento para la gestión del sistema, la incorporación de herramientas y soluciones tecnológicas que den respuesta al futuro sistema eléctrico mediante redes fiables y dotadas de inteligencia que contribuyan a mantener la seguridad de suministro.

Para cumplir los retos de descarbonización fijados por la Unión Europea serán necesarios grandes ejes de interconexiones nacionales e internacionales, terrestres y submarinos, así como el aprovechamiento de la red existente y facilitar la conexión de los generadores de energías renovables y la construcción de nuevas instalaciones de redes inteligentes que desarrollaremos a través de Red Eléctrica. Además, en los próximos años, Redeia consolidará a través de Elewit su apuesta por la innovación, el emprendimiento y el desarrollo tecnológico como elementos clave de sostenibilidad en un entorno de transición tanto en el mundo de la energía como en el de las telecomunicaciones.

Redeia también multiplicará su contribución social y medioambiental en toda la geografía y áreas de negocio en las que despliega sus infraestructuras, en un compromiso por maximizar el impacto positivo más allá de los proyectos de inversión y aportando soluciones a los desafíos estructurales que perpetúan la desigualdad territorial, generacional, de género y digital.

Compromiso por la Sostenibilidad 2030 de Redeia

Todo ello se refleja en el Compromiso con la Sostenibilidad 2030 de Redeia que define diez principios en la Política de Sostenibilidad y se concreta en cuatro prioridades para dar respuesta a los retos en sostenibilidad (Gráfico 4). El despliegue se realiza a través de planes plurianuales, estando en vigor el Plan de Sostenibilidad 2023-2025 aprobado por el Consejo de Administración y en el que se detallan 87 objetivos y 190 acciones alineados con los Objetivos definidos a 2030.

Gráfico 4. Compromiso con la Sostenibilidad 2030



De ellos, merece la pena destacar dos muy alineados con la Estrategia de Cero Emisiones Netas, de los que seguidamente se da cuenta.

Integración de energías renovables

En los últimos años, Red Eléctrica ha afrontado con éxito el reto de integrar un fuerte contingente de nueva potencia renovable, como consecuencia de la transición energética impulsada por el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (MITERD) y el retador Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).

La potencia renovable instalada en 2023 se ha incrementado en 5,3GW adicionales, lo que ha permitido alcanzar una potencia instalada de fuentes de generación renovables de 76GW en el sistema eléctrico español. Esto representa un 61% de la potencia total instalada.

La integración de esta nueva potencia renovable, mayoritariamente eólica y fotovoltaica, representa un fuerte impulso a la transición energética y al cumplimiento de la senda de integración fijada en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), con horizonte 2030.

Para hacer posible la operación de un sistema eléctrico con tan alta penetración de energías renovables bajo condiciones de seguridad, resulta fundamental la labor de control y supervisión realizada desde el Centro de Control de Energías Renovables (CECRE) de Red Eléctrica. La labor del CECRE ha hecho posible que en el año 2023 se hayan registrado nuevos máximos históricos de potencia instantánea, energía horaria, energía diaria y cobertura de la demanda instantánea con producción fotovoltaica y de potencia instantánea con producción eólica.

En línea con los años anteriores, cabe destacar la importante contribución de la generación eólica, cuya aportación a la producción total de energía en la península ha alcanzado el 24,2%, lo que coloca a esta tecnología en primer lugar en cuanto a la participación de los distintos tipos de energía en la cobertura de la demanda.

Asimismo, es reseñable la disminución de la producción de energía con centrales que usan como combustible el carbón. La contribución de estas instalaciones ha sido del 1,5% en 2023 en el sistema eléctrico peninsular. Este hecho contribuye a la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y marca un paso adelante en la senda para alcanzar los objetivos de la descarbonización. Desde 2015 hasta la actualidad, las emisiones de CO₂ asociadas a la generación de energía eléctrica nacional se han reducido significativamente, pasando de 77,6 millones tCO₂ eq. en 2015 a 32 millones tCO₂ eq. en 2023.

Almacenamiento energético. Salto de Chira, un proyecto social e innovador

El proyecto de la central de Salto de Chira que desarrolla Red Eléctrica², y que ya se encuentra en construcción, es un elemento clave para maximizar la integración de las energías renovables en el sistema eléctrico de Gran Canaria mediante el almacenamiento de los excedentes de generación renovable no gestionable que se darán cuando la producción de este tipo de energía sea elevada. Instalaciones como esta permiten avanzar hacia un modelo energético más sostenible y eficiente, especialmente en sistemas aislados o débilmente interconectados, como son las islas Canarias.

La nueva central supondrá la realización de una infraestructura al servicio de la sociedad grancanaria que impulsará su progreso, al potenciar el binomio agua-energía, y hace realidad un desarrollo sostenible de la isla, dado que almacena, desaliniza, cuida el territorio, genera empleo y aporta energía desde el respeto ambiental. Respecto a este último aspecto, los estrictos controles ejercidos por las Administraciones desde el punto de vista ambiental sitúan al proyecto como un referente en cuanto a criterios de sostenibilidad y preservación de la biodiversidad.

El Salto de Chira destaca por ser un proyecto con un marcado carácter innovador. Prueba de ello, en marzo de 2022, la Oficina Española de Patentes y Marcas ha registrado como patente el diseño de la central hidroeléctrica de bombeo reversible Salto de Chira, de Red Eléctrica, por la innovación tecnológica que aporta para el almacenamiento flexible de energía y la integración segura de renovables en los sistemas eléctricos. El diseño patentado dota a la instalación de almacenamiento de una capacidad de regulación y control de potencia en todo su rango de funcionamiento, desde el máximo en modo turbinación, hasta el mínimo en modo bombeo, de forma continua.

El proyecto de la central incorpora criterios de sostenibilidad desde las fases más tempranas del diseño. Un ejemplo de ello es el diseño del edificio principal de control conforme a los criterios de la certificación LEED, que premia el uso de estrategias sostenibles en todos los procesos de construcción del edificio, desde la adecuación de la parcela donde se ubica, hasta la eficiencia del uso del agua y energía, entre otros aspectos.

2. Red Eléctrica es, conforme a la Ley 17/2013, la compañía responsable de desarrollar los proyectos de almacenamiento energético mediante centrales hidroeléctricas de bombeo, que tengan como finalidad principal la garantía del suministro, la seguridad del sistema y la integración de energías renovables no gestionables en los sistemas eléctricos aislados.

Como medida más representativa, en relación con el impacto positivo del proyecto en materia de sostenibilidad, cabe destacar que Red Eléctrica procederá a la restauración integral del dominio público hidráulico del Barranco de Arguineguín en el ámbito del proyecto, sustituyendo las especies exóticas invasoras por especies autóctonas. Para ello, durante el año 2023 se ha instalado un vivero *in situ* en el que se prevé reproducir más de 6.500 ejemplares de los taxones más representativos de la zona (*Salix canariensis*, *Tamarix canariensis*, *Phoenix canariensis*...).

LA DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE PESADO A LARGA DISTANCIA

JOSÉ ALFONSO NEBRERA

Asesor de Tecnología y Sostenibilidad de ACS Actividades de Construcción y Servicios

En la industria europea el transporte y la logística han sido y serán cruciales para asegurar el correcto funcionamiento de las cadenas de suministro y de entrega a los consumidores de los productos terminados. En una etapa de reindustrialización y de mayor integración europea, y con el telón de fondo de la entrada en la Unión de nuevos miembros y las crecientes tensiones geopolíticas, el desarrollo de la industria del transporte será previsiblemente aún mayor.

La propia Comisión Europea nos dice que el transporte tiene una contribución al PIB de alrededor del 5%, y emplea a más de 10 millones de europeos, y que el sistema de transporte es crítico para la economía europea y las cadenas globales de suministro.

Buena parte de los negocios de ACS se relacionan con la movilidad sostenible: construcción y concesiones de autopistas, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, construcción de gigafactorías de baterías para vehículos eléctricos, etc.

Por otra parte, nuestro compromiso con la sostenibilidad, contenido en nuestro Plan Director de Sostenibilidad 2025¹, nos obliga a seguir con gran interés la evolución del transporte y las posibilidades de mejorar su sostenibilidad.

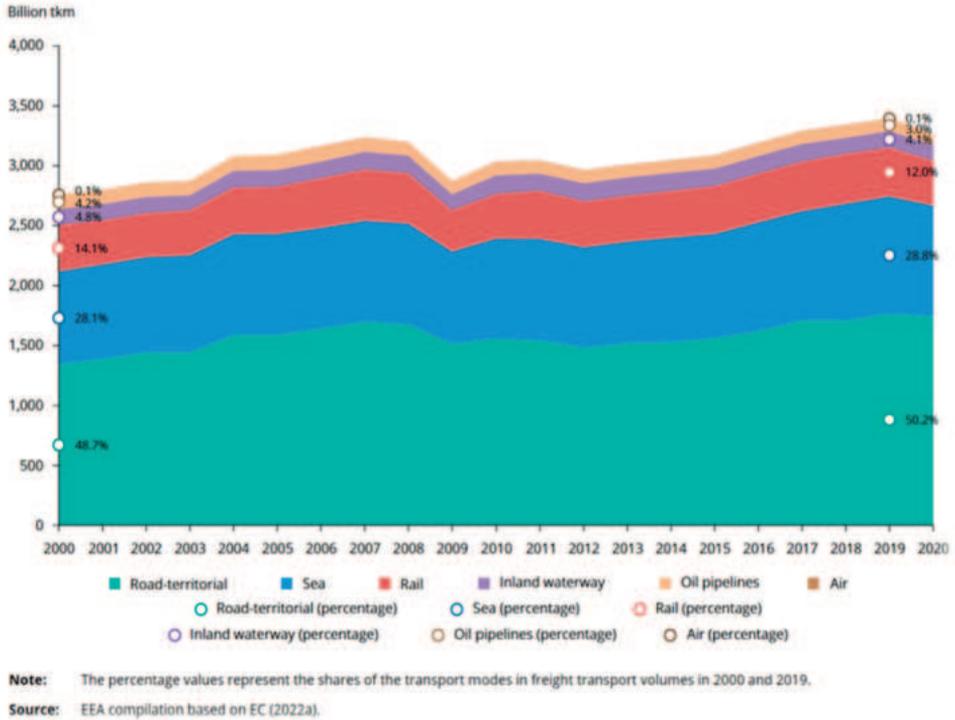
Mientras que en el transporte marítimo y el aéreo las posibilidades tecnológicas y las líneas de actuación parecen irse aclarando, para bien o para mal, en el transporte terrestre, especialmente en el pesado de larga distancia, hay todavía muchas vías abiertas.

Como puede apreciarse en el gráfico 1, la demanda de transporte por carretera sigue creciendo, y a pesar de las regulaciones cada vez más estrictas y los importantes avances

1. <https://www.grupoacs.com/sostenibilidad/estrategia-de-sostenibilidad/plan-director-sostenibilidad-2025/>

conseguidos por la tecnología de la industria automotriz, sigue aumentando sus emisiones de GEI.

Gráfico 1. Transporte de mercancías en la UE-27, 2000-2020 (miles de millones de tkm), y participación modal en 2000 y 2019



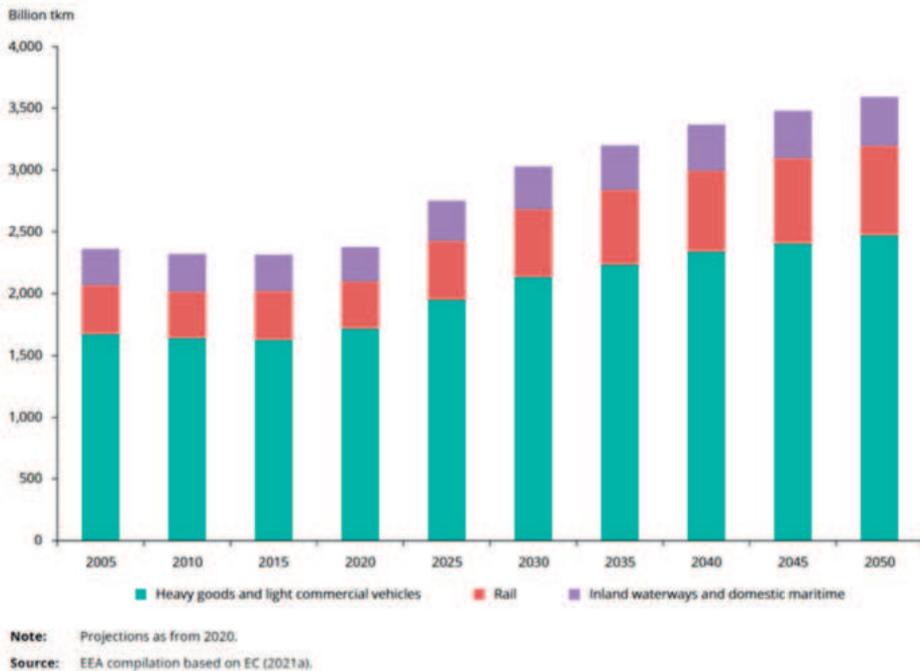
Este crecimiento da lugar a nuevos objetivos y medidas, cada vez más estrictos por parte de las instituciones europeas, que plantean objetivos y escenarios que algunos califican de excesivamente ambiciosos

Los datos de este gráfico y de los demás que se utilizan en esta contribución proceden de una publicación de 2022 de la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA), que, salvo la quiebra que supuso la pandemia en 2020, muestran una tendencia clara de largo plazo.

En este gráfico 1 se muestra la evolución ligeramente creciente de la demanda de transporte en la UE por sectores. Es destacable que el transporte por carretera (que ya supera el 50% en 2019) y el marítimo han aumentado ligeramente su participación desde 2000, mientras que el ferroviario, a pesar de las políticas de fomento de este medio, ha reducido su contribución desde el 14,1% al 12%.

¿Qué se espera para el futuro en el llamado Escenario de Referencia? En el gráfico 2, de la misma fuente, se anticipa que continúe el crecimiento del transporte por carretera y el ferroviario, como se apuntaba antes, en ausencia de nuevas medidas.

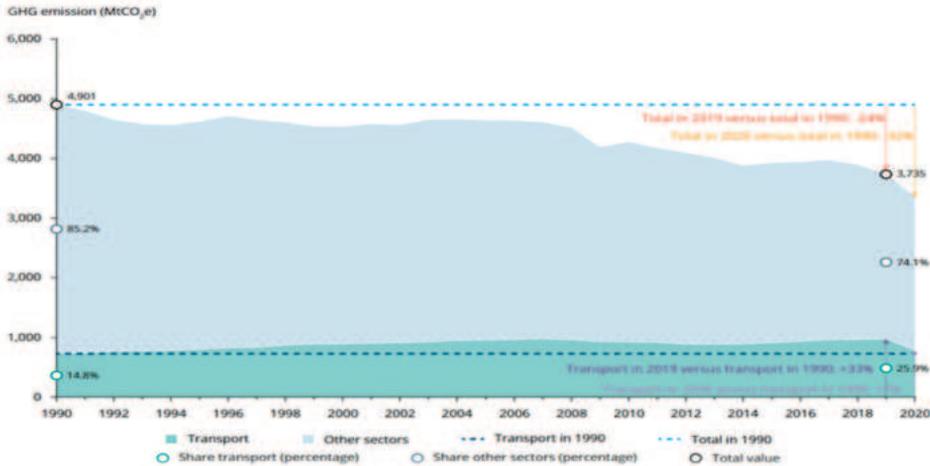
Gráfico 2. Volúmenes de tráfico de mercancías en el Escenario de Referencia 2020 de la UE



Si entramos un poco más al detalle, vemos que una gran parte de las necesidades de transporte terrestre, en torno a un 40%, se produce en trayectos de más de 500 km. Mientras que las distancias menores es previsible que puedan cubrirse con camiones y furgonetas a baterías, que regresan a su base para ser recargadas después de su jornada de trabajo, no hay unanimidad cuando se trata de los camiones pesados que hacen rutas de largo recorrido, y que, si son de baterías, deben recargar en ruta. Volveremos más adelante sobre este tema cuando hablemos de tecnologías.

¿Y qué pasa con las emisiones? Veamos primero el panorama del conjunto del transporte, en el gráfico 3.

Gráfico 3. Emisiones de GEI procedentes del transporte y otros sectores en la UE-27 (millones de toneladas de CO₂eq), porcentajes de emisiones y cambio entre 1990 y 2020 (%)

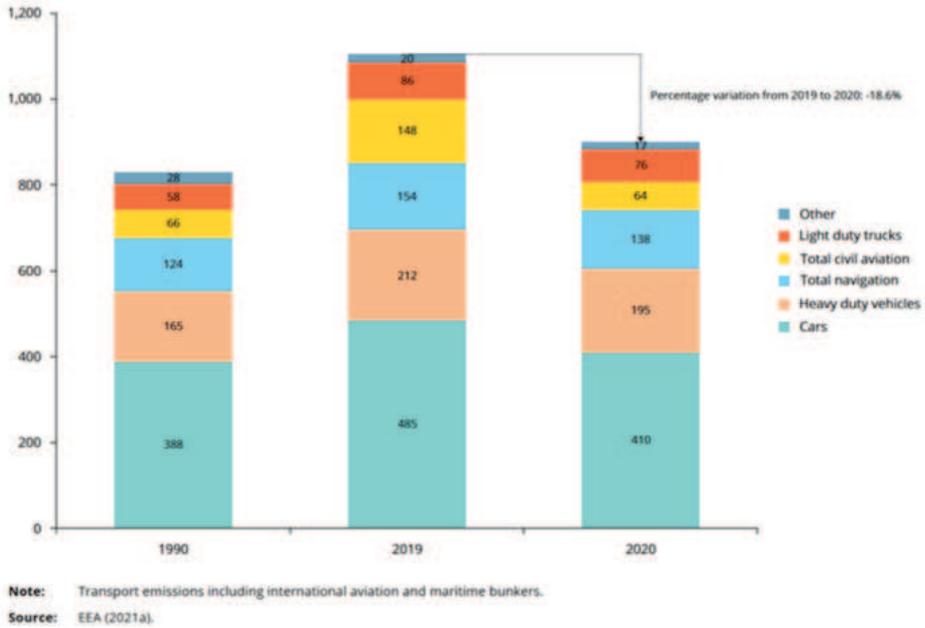


Si nos fijamos en 2019, más representativo que el 2020, vemos que las emisiones del transporte aumentaron un 33% respecto de las de 1990, lo que contrasta con la reducción del 24% de las emisiones de todos los sectores. En 2019 el transporte contribuyó con un 25,9% a las emisiones totales de la UE-27, muy por encima del 14,8% que había supuesto en 1990.

¿Qué sectores del transporte generan más emisiones?

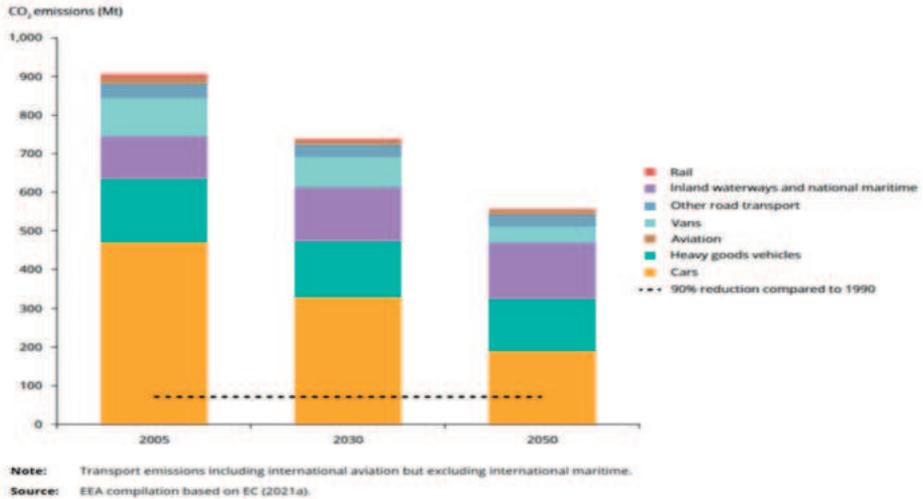
Si observamos ahora el gráfico 4, obviando de nuevo el 2020 por poco representativo, todos los sectores han aumentado sus emisiones, destacando significativamente la evolución del transporte aéreo, que ha más que duplicado sus emisiones entre 1990 y 2019. Vemos que el transporte pesado emitió 212 M Tm CO₂eq en 2019, con un crecimiento del 28,4% frente a 1990. Los vehículos ligeros aumentaron sus emisiones un 25% en el mismo período.

Gráfico 4. Emisiones de GEI procedentes del transporte (millones de toneladas de CO₂eq) y participaciones de las emisiones por modo de transporte en 1990, 2019 y 2020



Volviendo al escenario de referencia (Gráfico 5), las previsiones son completamente distintas para los vehículos ligeros que para los pesados; se considera relativamente sencilla la descarbonización de turismos y furgonetas, mientras que las emisiones de los vehículos pesados apenas disminuyen y las del transporte aéreo hasta aumentarían. Se observa la gran distancia que este Escenario de Referencia tiene con los objetivos de reducción que se manejan actualmente, y que son, con referencia al 2005, para el transporte pesado, la zona verde del gráfico, de una reducción del 45% de las emisiones para el 2030, del 65% para el 2035 y del 90% para el 2040.

Gráfico 5. Emisiones de CO₂ procedentes del sector de transporte (incluyendo la aviación internacional pero excluyendo el marítimo internacional) en el Escenario de Referencia 2020 de la UE



¿Qué posibilidades tenemos ya o se están desarrollando? En el gráfico 6 se muestran las varias soluciones para alimentar los vehículos eléctricos.

Gráfico 6. Tecnologías de descarbonización y recarga/repostaje



Como puede observarse, hay varias alternativas para su recarga, cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes. Las de recarga estática requieren grandes potencias (ya se habla de más de 1.000kW) para reducir el tiempo de recarga y las posibilidades

de gestión de las estaciones de recarga. Aparece en escena el «*battery swapping*» o reemplazo de la batería, que se está desarrollando a gran velocidad en flotas de taxis en China, y de forma embrionaria en las primeras flotas de carga. El sistema de intercambio de baterías permite contribuir a la gestión de la demanda del sistema eléctrico y reducir los costes de la electricidad consumida.

La recarga dinámica permite evitar las paradas para repostaje, lo que puede tener ventajas en un futuro entorno de vehículos autónomos. Para esta recarga dinámica, o carretera electrificada, se plantean y ensayan varias soluciones, cada una con sus ventajas e inconvenientes. También en este caso es posible diseñar la alimentación a los vehículos a través de sistemas de almacenamiento que favorezcan la gestión de la demanda del sistema eléctrico.

En gráfico 6 se ilustran algunos de los sistemas que se están probando. Vemos que algunos están inspirados en soluciones ferroviarias de catenaria-pantógrafo, de tranvías o de metros. Todos ellos implican una actuación significativa sobre la vía, lo que los hace cualitativamente distintos de las posibilidades de la recarga estática.

Una solución que ya está en el mercado es la de los biocombustibles, que proceden principalmente de biomasa de origen agrícola, forestal o de residuos orgánicos urbanos. La tecnología es totalmente comercial, pero su disponibilidad, con las limitaciones impuestas, especialmente en los cambios de uso del suelo, es limitada y es posible que su demanda sea más pujante para otros usos, como sustitutivos del gas natural o para producir combustibles de aviación, lo que puede limitar su uso masivo en el transporte terrestre en la UE.

Los e-fuels con carbono pueden ser una buena forma de dar un segundo uso al CO₂ capturado en procesos industriales de difícil descarbonización, al menos en tanto no se desarrollan tecnologías que permitan su secuestro a largo plazo de forma económica. Sin embargo, este CO₂ capturado puede utilizarse en aplicaciones, como la producción de polímeros, que lo retendrán fuera de la atmósfera durante periodos de tiempo más largos.

El H₂ y el amoníaco verde tienen la ventaja de no producir CO₂, pero su utilización generalizada encontrará dificultades logísticas, y su manejo no está exento de riesgos.

La regulación aprieta a transportistas, fabricantes y Estados miembros para tratar de acelerar el camino hacia la reducción de emisiones.

El mecanismo de comercio de emisiones desde 2027, la introducción de nuevas normas EURO 7 (en 2029 para el transporte pesado) y la reducción de emisiones del *mix* de fabricación que se impone para el 2030, 2035 y 2040, constituyen retos muy importantes, a sumar a los ya existentes, como hacer frente a competidores externos o asegurar el suministro de materiales clave a costes competitivos.

Los factores que van a condicionar la adopción de unas u otras tecnologías serán, entre otros:

- Regulación, especialmente en cuanto a la intensidad de GEI.
- Costes para los estados, los fabricantes, los transportistas, las cadenas de logística, la industria y los consumidores.
- Objetivos de descarbonización de la industria.
- Demanda de productos «verdes» por parte del consumidor final.
- Seguridad física en el transporte, almacenamiento y dispensación de los vectores energéticos.
- Aceptación social de las soluciones tecnológicas; impacto ambiental percibido.
- Eficiencia energética (*source to wheel*).
- Resiliencia frente a fenómenos naturales extremos u otras agresiones.
- Contribución a la seguridad y calidad del suministro energético, y muy especialmente de los sistemas eléctricos.
- Maduración tecnológica y de costes de las tecnologías.
- Posibilidad de servir a varios tipos de vehículos: pesados, ligeros, turismos...
- Tiempos de recarga o repostaje.
- Operación conjunta con transporte autónomo, especialmente el pesado de larga distancia.

Por último, algunas de las claves para superar los retos planteados:

- será necesario un gran esfuerzo en el despliegue de infraestructura de recarga o repostaje de los vectores energéticos;
- este esfuerzo va a requerir apoyos financieros significativos para resolver el problema de la gallina o el huevo;
- no excluir ninguna tecnología que tenga potencial de contribuir a resolver el problema; es muy probable que no haya una única solución tecnológica, sino varias complementarias, y habrá que estar atentos a todas ellas y apoyar desde las empresas energéticas y de infraestructura el desarrollo e implementación de las distintas soluciones, como ya estamos haciendo desde ACS.

III

**DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL Y
COMPETITIVIDAD**

PRESENTACIÓN

BLANCA LOSADA

Presidenta de Fortia Energía

La descarbonización forma parte de un intenso proceso de transformación, que en otras épocas se hubiera denominado revolución industrial, de un alcance, velocidad y complejidad sin precedentes. Dicho proceso, de origen tecnológico, implica cambios profundos en lo referente, por un lado, a la conversión, transmisión y uso de la energía y, por otro, a la comunicación y uso de la información. Se trata de una transformación con una gran componente productiva e industrial, que producirá, como ha sucedido en anteriores revoluciones industriales, un gran impacto en los ámbitos económico, social, político y cultural.

Sin duda, la descarbonización es un proceso complejo, que requerirá de la contribución de múltiples factores. Por mencionar solo los más relevantes:

- Financiación en cantidades muy significativas (la consultora McKinsey estima que para alcanzar la neutralidad en carbono en 2050 será necesario invertir aproximadamente el 10% del PIB mundial cada año hasta 2050).
- Nuevas alternativas tecnológicas, muchas de ellas aún por desarrollar a nivel comercial.
- Materias primas críticas, tanto *tradicionales* (cobre, acero), como específicamente *vinculadas a la transición ecológica* (litio, cobalto, grafito...)
- Un marco institucional que facilite la suficiente certidumbre y sostenibilidad.
- Talento y capacidad de innovación.
- Aceptación social y adopción de mercado.
- Acceso a la energía de forma competitiva, ya que la transición energética es intensiva en energía, pues los procesos de extracción y transformación de

materias críticas clave como el silicio, el vidrio, el cobre, el aluminio o el acero son altamente intensivos en energía.

- Una industria básica y de bienes de equipo eficiente y productiva. En la medida en que la descarbonización supone un proceso inversor y de reconversión de sectores enteros, como el energético o el de transporte, el valor añadido de dicho proceso se ubicará allí donde se desarrolle la industria capaz de producir los bienes de base tecnológica que se van a requerir.

Por todo ello, la industria constituye un fijo en la ecuación de la descarbonización, no solo porque forma parte del problema, al ser uno de los sectores emisores significativos, sino, sobre todo, porque es agente clave de la solución. En resumidas cuentas, además de abordar la descarbonización de la industria, resulta crucial desarrollar inteligentemente la industria de la descarbonización.

La descarbonización de la industria actual es un proceso complejo, en que no existen balas de plata, pues cada proceso industrial es un mundo en sí mismo. Las soluciones pasarán por una panoplia tecnológica: circularidad y eficiencia energética y de proceso, sustitución de fuentes de energía (electrificación y cambio de combustible), sustitución de procesos (utilización de hidrógeno renovable como agente reductor), captura de CO₂...

Paralelamente, las capacidades humanas, tecnológicas y de gestión de la industria existente constituyen, sin duda, la mejor base para el desarrollo de una industria sostenible de la descarbonización, que deberá necesariamente ser competitiva para poder resultar sostenible. De ahí la importancia de preservar y fomentar la competitividad de nuestra industria actual, lo que implica que esta pueda tener acceso, en condiciones competitivas, al resto de factores clave de la transición hacia la neutralidad climática: financiación, tecnología, innovación, talento, materias primas, energía barata. De ahí lo crucial de un marco institucional que facilite la atracción de todo ello, y lo oportuno de la temática de este Simposio.

LA INDUSTRIA QUÍMICA, UN SECTOR COMPETITIVO E INNOVADOR ANTE EL RETO DE LA DESCARBONIZACIÓN

TERESA RASERO

Presidenta de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (Feique)

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. 2. SCOPE 1. 3. SCOPE 2. 4. SCOPE 3. 5. SCOPE 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. INTRODUCCIÓN

Resiliencia: crecimiento en tiempos de crisis

La industria química es uno de los principales y más estratégicos sectores de la economía española. Con una cifra de negocios de 82.493 millones de euros en 2023, es el segundo sector industrial de la economía española —tras el sector alimentario y de bebidas— al generar el 14,3% del Producto Industrial Bruto.

El sector ha acumulado un crecimiento del 42,1% en el período 2015-2023, pese al ajuste de la demanda experimentado en 2023 que le llevó a retroceder un 8,2%. Además, la industria química genera una importante actividad económica a través de su demanda de productos, tecnologías y servicios, tanto indirectos como inducidos, lo que supone el 6,1% de la riqueza total generada por nuestro país.

En cuanto a las exportaciones, la industria química se sitúa como el segundo exportador de la economía española (por CNAE), por detrás de la automoción, con 59.603 millones de euros. El ajuste experimentado en 2023 por la retracción de la demanda, después de incrementos muy importantes en 2021 y 2022, supuso un retroceso del 10,9%. Sin embargo, la proyección internacional continúa siendo una de sus principales bazas competitivas y, de hecho, el 72,3% de su cifra de negocios la realiza ya fuera de España.

Aunque el mercado de la UE aglutina el 60% de las ventas en el exterior, los países extracomunitarios registraron mayor relevancia, ocupando Suiza, Estados Unidos,

China y el Reino Unido, las posiciones 5, 8, 9 y 10 entre los principales destinos de las exportaciones.

Otro factor que muestra la resiliencia de esta industria frente a otras actividades es la edad de sus empresas. Así, el 35,2% de las 3.726 empresas del sector tienen una edad superior a 20 años, duplicando prácticamente la media de las empresas españolas.

Desde el punto de vista del empleo, el sector químico alcanza los 233.000 asalariados directos, a los que se añaden otros 403.100 empleos indirectos y 156.100 inducidos, generando en total 800.000 empleos dependientes de su actividad, que suponen el 5,5% de la población activa asalariada del sector privado de España.

Respecto a la estabilidad laboral, el sector químico supera ampliamente los registros de contratación indefinida de las distintas actividades económicas, alcanzando un 93,6%. El salario medio por trabajador supera los 39.967 euros anuales, un 57% más que el salario medio en España (25.353 euros/año) y un 40% más que la media industrial (28.483 euros/año). Asimismo, el sector ha alcanzado su récord en términos de paridad, ya que el 44,4% del personal asalariado son mujeres (103.100), frente al 36,2% de 2019.

Por otra parte, uno de los principales rasgos de este sector y clave de su competitividad radica en su capacidad innovadora. Con una inversión de 2.000 millones de euros, las empresas químicas lideran la inversión en innovación en el conjunto de la industria española, aglutinando el 24% del total, y con una inversión media anual por empresa que alcanza los 537.000 euros. También encabeza la contratación de personal dedicado a I+D+i (investigadores y técnicos). Así, la quinta parte del personal investigador contratado por la industria española ejerce su actividad en la industria química.

Esta apuesta por la innovación está plenamente vinculada con el compromiso del sector con la transición energética y la neutralidad climática. En el largo plazo, la industria química no solo pone el foco en ser competitiva, sino también en ser plenamente sostenible, con el objetivo claro de alcanzar la descarbonización completa del sector antes de 2050.

2. SCOPE 1

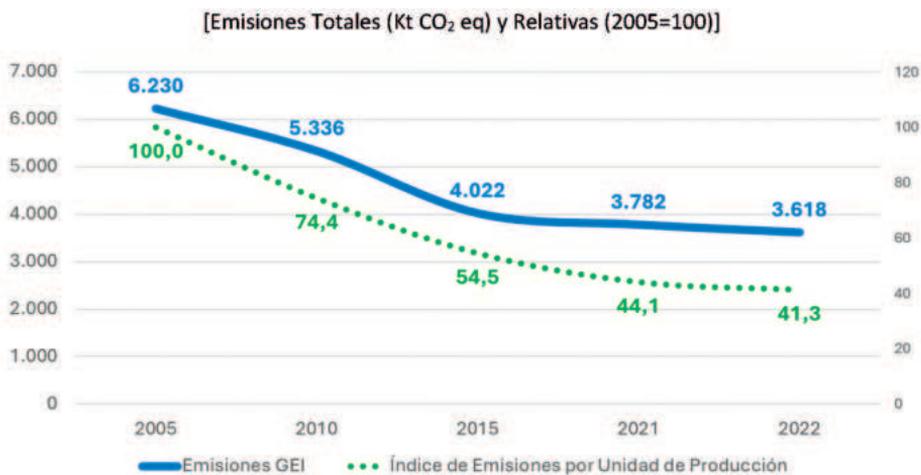
Situación actual del sector químico ante sus objetivos de neutralidad climática

La industria química abastece de productos y tecnologías al 98% de los sectores productivos y se encuentra en la base de innumerables cadenas de producción. Por ello, y dado su amplio alcance, uno de sus objetivos prioritarios es alcanzar la neutralidad climática eliminando progresivamente tanto sus emisiones de proceso como las de combustión.

Pero ¿en qué punto estamos en este proceso de transformación hacia la *desfosilización*? Según datos del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, la industria química emitió en 2021 un total de 13 millones de toneladas equivalentes de CO₂, lo que supone el 4,5% del total nacional, mostrando un comportamiento muy diferenciado entre sus emisiones de proceso y combustión.

En el caso de las emisiones de proceso, menos de un tercio del total, el recorrido ha sido notable, con una reducción del 41,9% entre 2005 y 2022, y del 58,7% por unidad de producción. No obstante, será preciso avanzar en la captura y almacenamiento de CO₂ para alcanzar el objetivo de neutralidad (Gráfico 1).

Gráfico 1. Emisiones GEI de la industria química (proceso), 2005-2022

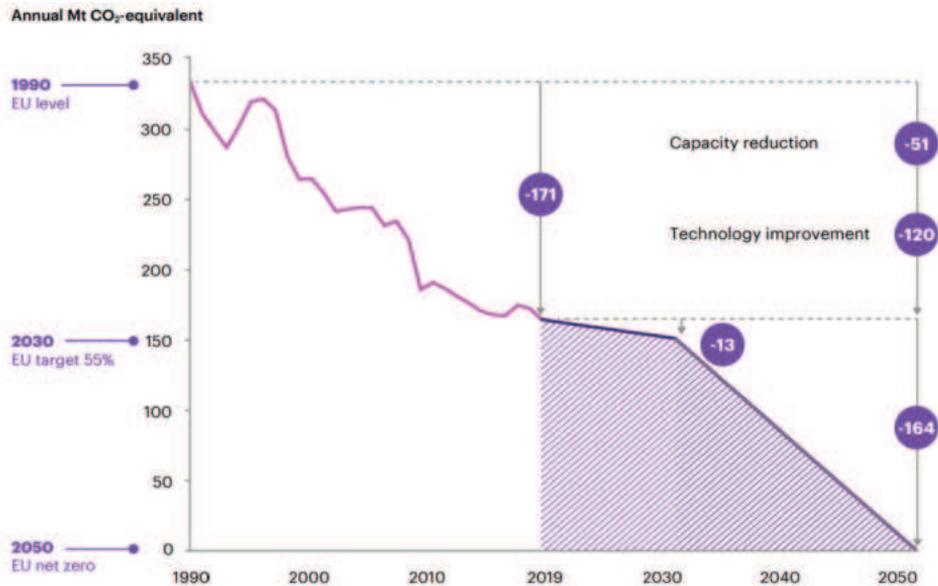


Fuente: Inventario de Emisiones GEI. Ministerio para la Transición Ecológica / IPI (Índice de Producción Industrial).

En cuanto a las emisiones por combustión para atender nuestra demanda de calor y vapor, sin embargo, se incrementaron notablemente hasta 2005 en línea con el crecimiento del sector, manteniéndose estables desde entonces en sus valores absolutos, aunque las emisiones relativas sí han descendido un 26,6% desde 2005.

A escala europea, en las últimas tres décadas la industria química ha avanzado significativamente en la reducción de sus emisiones anuales, pasando de 350 Mt de CO₂ equivalente en 1990, a 179 en 2019. Es decir, una reducción cercana al 50%, que se situaría en torno al 70% si considerásemos las emisiones relativas por tonelada producida (Gráfico 2).

Gráfico 2. Evolución de las emisiones de GEI de la industria química europea, 1990-2050 (millones tCO₂eq)



Fuente: EEA (Agencia Europea de Medio Ambiente).

Este dato esconde algunas conclusiones muy relevantes: en primer lugar, es francamente destacable y demostrativo del esfuerzo que ha venido desarrollando el sector, ya que, para cumplir los objetivos comunitarios de reducción del 55% en 2030, bastaría una reducción adicional de 13 millones de toneladas (Mt). Más complejo será, sin duda, abatir las restantes emisiones hasta 2050 (151 Mt), cuyo éxito dependerá del desarrollo de tecnologías hoy todavía poco competitivas o incipientes.

En segundo lugar, resulta pertinente subrayar que, si bien el 70% de la reducción alcanzada en el período 1990-2020 se debe a mejoras en las tecnologías y procesos, un 30% de la misma se ha logrado reduciendo la capacidad de producción de las unidades más emisoras. En realidad, dichas producciones (y sus emisiones) no han desaparecido, sino que se han trasladado a países terceros ajenos a políticas climáticas más o menos rigurosas. Y este es el riesgo que tenemos que combatir a lo largo de los próximos años.

Un billón de euros para afrontar la descarbonización hasta 2050

Las inversiones necesarias para descarbonizar completamente la actividad química europea alcanzarán el billón de euros (español) hasta 2050, una cifra que llevará aparejada la modificación de las operaciones de suministro y que requerirá el desarrollo de procesos y tecnologías que nos permitan neutralizar nuestras emisiones de CO₂ (Gráfico 3).

Gráfico 3. Necesidades de inversión de la industria química europea, 2021-2050
(Millardos de euros)



Notes:

1. Extrapolated based on determined costs for eight chemicals covered in detail.
2. Extrapolated based on 2019 CapEx spend within EU27 countries by chemical companies.
3. Assuming approximately 25% of CapEx spend relates to stay-in-business CapEx.

Es importante subrayar que las emisiones del sector químico se concentran en producciones básicas y esenciales para el desarrollo del 98% de las actividades productivas y transformadoras de otros sectores económicos. Ante el reto de la autonomía estratégica, la reducción de emisiones que debe acometerse no puede realizarse en base a la eliminación de plantas o de capacidad productiva, porque tensionaríamos gravemente el acceso de la economía europea a materias primas e *inputs* intermedios estratégicos en un entorno en el que las cadenas de suministro internacionales ya han evidenciado su debilidad.

La descarbonización completa de estas producciones requerirá 400.000 millones de euros en gastos de capital (CAPEX) para equipos básicos y el diseño, construcción y modificación de instalaciones. A esta cifra deben añadirse 200.000 millones de euros correspondientes a los costes de parada e interrupción de la producción mientras se acometen las modificaciones de tecnologías y procesos.

Y a esta cifra acumulada de 600.000 millones de euros deben añadirse otros 250.000 millones, que corresponderían, por los mismos conceptos, al coste de abatimiento de emisiones del resto de la industria química, así como 160.000 millones, en este caso correspondientes a las inversiones necesarias para mantener el conjunto de activos del sector químico en funcionamiento óptimo, ya sea por necesidades de operación o mantenimiento, o para garantizar el cumplimiento de la exigente normativa europea. El acumulado completo arroja una cifra de un billón de euros, lo que supone la necesidad de invertir anualmente cerca de 35.000 millones de euros hasta 2050.

Y lo cierto es que la cifra anual de inversión actual de la industria química europea se sitúa en torno a 21.500 millones de euros, lo que genera un diferencial de 12.600 millones, o, en total y hasta 2050, 365.000 millones de euros extraordinarios de inversión para cumplir con los objetivos climáticos del *Green Deal*, y ello sin considerar inversiones necesarias para satisfacer el crecimiento de la demanda mundial.

Estimadas las necesidades de inversión para alcanzar la neutralidad climática en 2050 —sin destruir capacidad productiva—, la financiación de los 365.000 millones de euros adicionales que se precisan debe, esencialmente, provenir de las propias empresas del sector, es decir, la industria química debe ser capaz de generar mejores resultados para disponer del capital necesario para acometer el abatimiento de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Aunque los Fondos *Next Generation* o las fórmulas de financiación futuras que establezca la *Net Zero Industry Act* puedan ejercer un papel complementario, e incluso necesario, el futuro del sector químico europeo —o de otros sectores básicos con importantes volúmenes de emisión— no puede depender solo de la captación de recursos públicos, sino principalmente de su mejora competitiva, y en ella es donde deben concentrarse las decisiones de los diferentes poderes públicos, ejecutivos o legislativos.

El reto de la reducción de emisiones de proceso y las indispensables tecnologías de captura, almacenamiento, y uso de CO₂

Hasta la fecha, los avances tecnológicos o la sustitución por nuevos procesos de producción han permitido reducir esencialmente las emisiones de óxidos nitrosos y gases fluorados, ambos con mayor efecto invernadero que el CO₂.

Independientemente del desarrollo de nuevos avances, una parte de las emisiones de proceso va a necesitar de tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂. Tanto la Comisión como por el Parlamento Europeo han concluido recientemente que no será posible alcanzar los objetivos de neutralidad de emisiones en 2050 sin estas tecnologías, al ser no solo la única alternativa tecnológica que permite la retirada de CO₂ de la atmósfera por vía directa o indirecta, sino también para reducir emisiones de proceso complejas de abatir.

En el caso del sector químico, se requiere que el Gobierno siga profundizando en la línea abierta en la revisión del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, de forma que se alinee con las recomendaciones de la Comisión Europea. En definitiva, que facilite un marco normativo favorable que promueva el desarrollo de infraestructuras de captura, transporte y almacenamiento de CO₂. Esto aportaría seguridad jurídica para acometer inversiones en estas tecnologías, necesarias para reducir drásticamente el volumen de emisiones de España, facilitando el cumplimiento de los objetivos climáticos a 2050.

En el caso específico del almacenamiento, los acuíferos salinos profundos (1.000 a 2.000 metros) son de especial interés para España por ser donde se localiza prácticamente la totalidad del potencial de almacenamiento de CO₂. En estudios realizados por el Instituto Geológico y Minero de España, IGME-CSIC, se identificaron un total de

103 acuíferos salinos profundos, con potencial para almacenar todo el CO₂ producido por la industria durante casi 60 años (Gráfico 4).

Gráfico 4. Captura, transporte, almacenamiento y uso del CO₂: Proyectos de almacenamiento de CO₂ (%)



Fuente: Highland Energy Analytics.

Además, el almacenamiento geológico de CO₂ en formaciones salinas dispone de un TRL 9, es decir, la tecnología está plenamente desarrollada y es muy segura, como se ha demostrado en almacenamientos en el Mar del Norte noruego desde 1996, o en almacenamientos terrestres en Estados Unidos y Canadá. De momento, España tiene un retraso evidente en el desarrollo del secuestro de CO₂.

Respecto al uso de CO₂ como materia prima, primero es preciso establecer un programa transformador de soluciones innovadoras que permitan la captura del CO₂ para su posterior aprovechamiento en distintas aplicaciones industriales y como materia prima para la obtención de otros productos de alto valor añadido, favoreciendo un modelo circular. Para ello, debe promoverse un marco normativo que permita considerar ese CO₂ como emisiones evitadas.

En el caso particular de la química, este aspecto se considera vital, ya que al menos el 20% del carbono utilizado en la fabricación de productos químicos y materias primas plásticas debe proceder de fuentes no fósiles sostenibles en 2030.

El reto de la reducción de emisiones de combustión

Aunque la introducción progresiva del gas natural en sustitución de energías fósiles más emisoras propició una reducción notable de GEI, el futuro de la industria está asociado a nuevas rutas tecnológicas:

- *Electrificación:* Aunque su aplicación estará limitada por las necesidades de cada proceso (por ejemplo, en procesos que demandan altas temperaturas), será una de las rutas más aplicadas. No obstante, la elevada señal de precio

final de la electricidad (mercado, peajes, cargos e impuestos desproporcionados), así como la falta de acceso y redes en muchas zonas, está desacelerando su evolución.

- *Hidrógeno y gases renovables*: Se constituyen en una solución directa o indirecta para los procesos con alta demanda térmica. Pero se precisan precios eléctricos más competitivos e incentivos y regulaciones que favorezcan su desarrollo.
- *Modelos de recuperación y eficiencia*: Optimización de procesos, recuperación del calor residual, etc.
- *Intercambio de energía residual*: Incrementar interconectividad entre plantas de producción y comunidades cercanas para intercambiar energía residual.

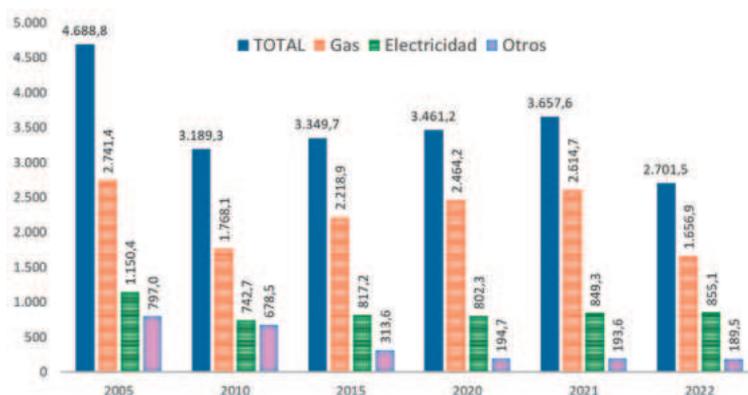
3. SCOPE 2

Hacia la máxima eficiencia energética

El consumo eléctrico de la industria química se ha reducido un 25,7% en el período 2005-2022 (Gráfico 5). La mayor parte de esta reducción se debe fundamentalmente al desarrollo de tecnologías de eficiencia. Pero es preciso desarrollar otras alternativas:

- *Autoconsumo renovable*: se precisa un mayor apoyo al autoconsumo industrial y específicamente al compartido.
- *PPA's renovables*: mayor impulso a la contratación bilateral de electricidad renovable; en este sentido esperamos que reforma del mercado eléctrico nos permita incrementar los contratos a largo plazo.

Gráfico 5. Consumo energético en la industria química, 2005-2022 (en Ktep)



Fuente: IDAE, Balances Energéticos Anuales.

Asimismo, es necesario realizar un debate técnico y realista sobre la energía nuclear, ya que su cierre prematuro podría provocar un incremento indeseado de las emisiones. La experiencia alemana, tras el cierre de sus 17 centrales nucleares aprobado en 2011, ha provocado un incremento del consumo de energías fósiles. En diciembre de 2023, estas generaron el 35,8% de la electricidad (el doble que en España y seis veces más que en Francia), y su *mix* emitió 411gCO₂eq/KWh (frente a los 126 de España o los 47 de Francia).

Sin debatir el impacto negativo en el precio del mercado, resulta razonable que, ante la intensa crisis climática, se condicione el cierre a la progresión de la potencia renovable instalada y la capacidad de almacenamiento.

4. SCOPE 3

Descarbonizando la cadena de valor

La falta de datos fidedignos y la complejidad de las cadenas de valor hacen que sea sumamente complicado evaluar y cuantificar la evolución de la reducción en el Scope 3.

Por ejemplo, el propileno, con un factor de emisión medio de 12kgCO₂eq/kg, puede ser obtenido a partir de nafta (4,8kgCO₂eq/kg) o metanol (1,8kgCO₂eq/kg), generando muchas menos emisiones, e incluso mediante carbono previamente capturado, que llevaría a cero el factor de emisión.

En todo caso, la madurez de las tecnologías utilizadas en la generación de productos cada vez más descarbonizados, especialmente desde el punto de vista de su coste, resulta esencial para definir la apuesta por una tecnología de producción o un aprovisionamiento.

Con objeto de ayudar a las empresas del sector en la evaluación de sus emisiones bajo Scope 3, la industria química europea ha desarrollado una guía específica (noviembre de 2022) para calcular la huella de carbono en la adquisición de materias primas y servicios (Gráfico 6).

Gráfico 6. Descarbonizando la cadena de valor: Rutas para la descarbonización



Aunque será necesario activar todas las rutas tecnológicas para *desfossilizar* nuestros aprovisionamientos, la captura y uso de CO₂, el reciclado químico y el carbón de origen biogénico serán primordiales, y la inversión en estas tecnologías necesitará incentivos y seguridad jurídica.

5. SCOPE 4

Innovar para seguir avanzando hacia el Cero Neto

En realidad, la química, más allá de sus objetivos de reducción de emisiones correspondientes a los Scope 1, 2 y 3, tiene otra función que será vital para que los objetivos de neutralidad climática se alcancen globalmente y a la mayor velocidad posible.

Porque de la química dependerá el desarrollo de placas fotovoltaicas con mayor factor de conversión, el incremento de la capacidad y duración de las baterías de almacenamiento, el desarrollo de los ecocombustibles y combustibles sintéticos, las tecnologías del hidrógeno y otros gases renovables, la fotosíntesis artificial, la extensión del uso de CO₂ como materia prima o la oportunidad para reciclar cualquier tipo de material o residuo independientemente de su composición o procedencia.

Su papel fundamental no está en cuestión, pero debemos trabajar para mantener en nuestro país los activos generadores y receptores de los avances, porque solo así garantizaremos la continuidad y crecimiento de la riqueza y el empleo de calidad que hoy generamos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accenture & NexantECA (2022): *The Chemical Industry's Road to Net Zero*.

Feique (2024): *Radiografía del sector químico español*. (<https://www.feique.org/radiografia-economica-del-sector-quimico-espanol/>)

IDAE (2023): *Balances Energéticos 1990-2022*.

INE (2023): *Índices de Producción Industrial 2005-2022*.

MITERD (2023): *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (1990-2022)*.

MITERD (2024): *NIR. Informe de Inventario Nacional de GEI*.

INDUSTRIAS GASINTENSIVAS: DESCARBONIZAR MANTENIENDO LA COMPETITIVIDAD

VERÓNICA RIVIÈRE

Presidenta de GasINDUSTRIAL, Asociación para un Gas Industrial Competitivo

GasINDUSTRIAL es el representante e interlocutor de referencia de los intereses de los consumidores industriales de gas con el objetivo de lograr un gas industrial competitivo. El gas es un factor clave de competitividad de estas empresas, como componente determinante en los costes industriales, y ello incluye el gas natural, los gases renovables, el hidrógeno y otros vectores energéticos.

La asociación integra a unos 50 grupos empresariales con un centenar de instalaciones de todos los sectores repartidas por el territorio nacional. Se trata de grandes, medianos y pequeños consumidores con el nexo común de ser industrias gasintensivas, es decir que su coste del gas pesa de manera determinante en su producto final.

Para estas industrias, su supervivencia y su capacidad de ser rentables depende de que el gas que utilizan lleve el adjetivo de competitivo; esa es la clave, ya que se desarrollan en mercados globales sometidas a competencia internacional y por ello la clave es disponer de un coste alineado al de su competencia.

El consumo de gas en España

En nuestro país, el 60% del total del consumo nacional de gas corresponde a la industria. Tradicionalmente se ha tratado de un consumo estable y predecible. Los ciclos combinados suponen el 20%, como compañeros para complementar la intermitencia de las renovables cuando no hay sol, no hay viento o hay sequía, y el restante 20% corresponde al consumidor doméstico para uso de calefacciones, fundamentalmente en invierno.

Desde 2015 hasta 2021 se produjo un incremento del consumo de gas debido a la incorporación al sistema gasista de industrias siderúrgicas, químicas, cerámicas, pape-leras y de otros sectores de actividad, alineado con la evolución y el desarrollo de la economía española.

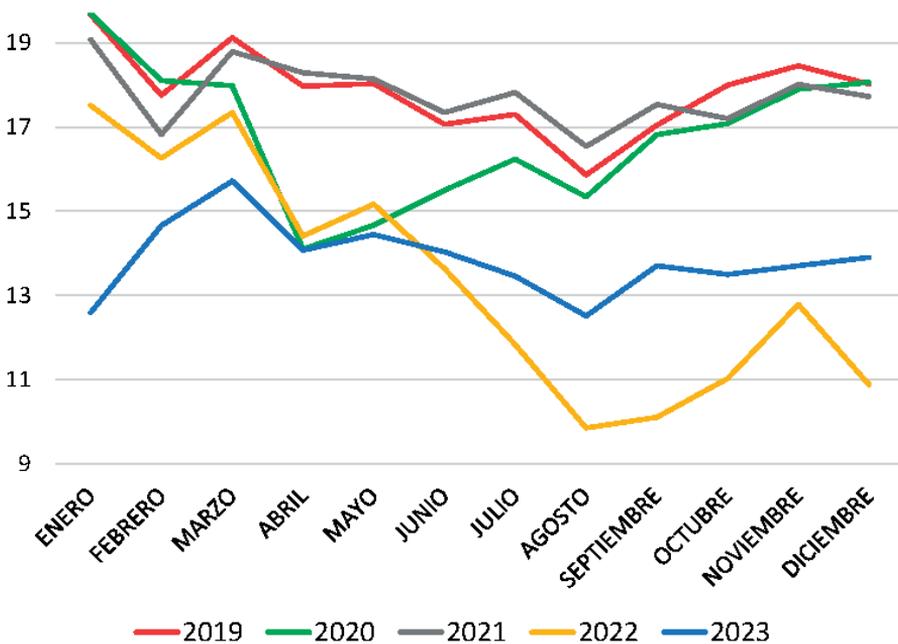
Los sectores más gasintensivos son químico, refino, cerámico, vidrio, alimentación, siderurgia, papel y alimentario, fundamentalmente. En estas industrias el coste del gas condiciona y determina la competitividad. Cualquier alza genera un gran impacto.

Efectos en el consumo industrial de gas de la falta de competitividad

Actualmente no existe un combustible que pueda reemplazar al gas natural, mientras que la hoja de ruta marcada por el PNIEC señala objetivos de descarbonización a 2030 y 2050 que dejan a la industria gasintensiva sin alternativa.

El gráfico 1 nos muestra el derrumbe sufrido en el consumo de gas de la industria desde 2019 hasta 2023 —tomamos de base los datos de consumo de 2019 y 2021 como años estándar—, y apreciamos la resiliencia de la industria que logra recuperarse del impacto de la COVID-19 en apenas tres meses, con un balance en 2020 que muestra una ligera caída del 6% en el consumo industrial de gas respecto a esos años estándar. Sin embargo, en los dos últimos años esta estabilidad se ha truncado —especialmente en 2022— debido a los altos precios y a las continuas volatilidades que ha venido sufriendo el gas para la industria, que ve la imposibilidad de trasladar esos sobrecostes al producto final, lo que termina por provocar paradas en la producción de numerosas industrias y caídas del consumo de gas que llegan incluso al -40%.

Gráfico 1. Consumo industrial de gas, 2019-2023 (en TWh)



En 2023, y pese a precios más bajos pero no más competitivos, la caída en el consumo se mantuvo pertinaz en todos los sectores industriales, llegando a situarse en un 22% por debajo de lo que venía siendo un año estándar, lo que refleja las enormes dificultades que atraviesan las empresas gasintensivas españolas.

Es evidente que hoy continuamos estando muy lejos del coste del gas americano y que nuestras industrias se ven obligadas a competir con otros países que gozan de políticas medioambientales mucho más laxas. Además, cuando Europa —mediante el Marco de ayudas de Ucrania— habilitó la posibilidad de dar ayudas directas a las industrias que sufrieron los incrementos de costes, los diferentes países aplicaron estas medidas con distintas velocidades e intensidades, siendo en España considerablemente menores y mucho más tardías, lo que ha distorsionado peligrosamente nuestro mercado nacional afectando muy negativamente a nuestras industrias.

Mientras en todos los países europeos se han aplicado contundentes políticas industriales de ayudas rápidas y cuantiosas, en el nuestro no ha sido así, lo que ha dejado a nuestros gasintensivos en clara desventaja competitiva. Aquí las ayudas han llegado tarde y por importes notoriamente más bajos que han resultado claramente insuficientes, penalizando la competitividad industrial y generando deslocalización, desplazamiento de la producción nacional y ralentización de la economía, lo que se evidencia y refleja en esa caída del consumo del -20% frente al de un año estándar.

La seguridad de suministro y la competitividad se han puesto a prueba. Estos dos últimos años han sido realmente un test de estrés para saber cómo reacciona la industria si falla la seguridad de suministro o la competitividad, dos de las patas del trilema. La conclusión, tras esta prueba piloto y el análisis detallado del consumo de los gasintensivos, revela que la industria se muestra extremadamente sensible y reacciona hacia la deslocalización a países más competitivos.

Descarbonizar sin restar competitividad

El trilema energético, que incorpora seguridad de suministro, competitividad y sostenibilidad, se ha puesto a prueba. En 2022, los problemas de garantía de suministro dispararon los precios y se paró un 40% de la industria. En 2023, la falta de competitividad desplazó la producción nacional un 20%. Tengamos en cuenta además que, en esta mala situación, ahora la industria debe afrontar el gran reto de la sostenibilidad, algo que sin una política industrial que entienda de verdad el problema energético puede llevarse por delante la dañada competitividad de las empresas gasintensivas españolas.

La clave, por tanto, está en que la descarbonización se haga sin afectar ni mermar la competitividad industrial. En los próximos años, el PNIEC marcará la hoja de ruta para cumplir con los objetivos de descarbonización y no puede olvidar la máxima de «*descarbonizar manteniendo la competitividad*».

La ruta a la descarbonización es para la industria lo que el camino es para el peregrino: hay diferentes caminos y cada peregrino elige el mejor para su situación y con-

dición física, porque se trata de llegar al santo y no de quedarse por el camino. Igualmente, nuestras industrias deben poder abordar un camino en función de sus condiciones y situaciones para garantizar que lleguen vivas y competitivas y que no se van a quedar en el intento. Por eso, la política energética y la política industrial deben dar posibles caminos, tiempos y condiciones, porque el objetivo es llegar sin recortar la competitividad.

Así, no todas las industrias irán al mismo ritmo y por el mismo camino, ya sea electrificación, biogás, biomasa, biometano, hidrógeno o nuevas vías aún inéditas. Y cada industria tendrá su ritmo, sus tiempos y su nivel de dificultad en función de su situación y de la complejidad de los tramos, ya que no todos están definidos tecnológicamente.

Hay caminos a Santiago para cada peregrino

Está claro que la política de descarbonización debe de ir acompañada a la industrial para evitar que se acelere la deslocalización hacia países más competitivos. Precios del gas no competitivos llevan a la deslocalización de nuestra producción y disminuyen las exportaciones, aumentando las importaciones y desplazando la producción nacional.

Ante cualquier cambio de vector energético, las industrias deben mantener la competitividad necesaria para realizar sus actividades siendo medioambientalmente sostenibles a igual coste que su competencia.

España debe asegurar que sus políticas medioambientales respeten y acompañen sin merma alguna la competitividad de sus industrias. Solo así todas las empresas alcanzarán vivas el objetivo de la descarbonización. De otra forma estamos condenados a encontrarnos frente a un concurrido cementerio de industrias muertas por el camino, fallecidas por la causa. El deber de Europa y del Gobierno español es ayudar a que todas las industrias lleguen al objetivo, y para ello deben articularse los diferentes caminos y tiempos. Confíemos en ello y así todas llegarán en buena forma a besar al santo.

RETOS DE LA ECONOMÍA DEL SIGLO XXI: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZACIÓN

JOAQUIM DAURA

Presidente del Clúster de l'Energia Eficient de Catalunya (CEEC)

En primer lugar, desearía presentar brevemente a la organización que tengo el honor de presidir, el Clúster de l'Energia Eficient de Catalunya. El CEEC es una asociación que agrupa a más de 200 organizaciones que representan toda la cadena de valor del sector energético en Cataluña y en la que se da cabida a empresas energéticas, empresas de servicios energéticos, constructoras, instaladoras, ingenierías, consultoras, fabricantes, clientes y usuarios finales, así como agentes de entorno procedentes de la innovación, la financiación y jurídico. Esta diversidad de actores y la multiplicidad de ámbitos en los que desarrollan su actividad nos permiten disponer de una visión amplia y transversal.

El origen del clúster, allá en 2008, se circunscribe a un momento en el que desde Europa se instrumentaron políticas de impulso a la eficiencia energética que, traspuestas al ordenamiento jurídico estatal, suponían una oportunidad de desarrollo para nuestro sector y era necesario establecer sinergias entre los distintos agentes implicados para favorecer el desarrollo de negocio y la información y sensibilización de la sociedad en relación con la necesidad de transitar hacia un nuevo modelo energético

En el devenir de los años, este entorno de colaboración ha ido creciendo, sus interacciones sofisticándose y el clúster, en aras de seguir manteniendo su aportación de valor hacia sus socios, pero también hacia el conjunto de la sociedad, ha ampliado su propuesta de valor, incorporando nuevos servicios de valor añadido como son la formación, la internacionalización, la inteligencia de mercado y, cómo no, la innovación colaborativa.

Me detengo brevemente en este último punto para poner de relieve cómo la estrategia del clúster por impulsar un entorno de innovación colaborativa ha resultado exitosa. Este éxito se pone de manifiesto con los más de 20 proyectos promovidos en el

último año y en los que han participado hasta medio centenar de empresas y organizaciones de nuestro ecosistema, así como de otros sectores de actividad.

En este punto debe destacarse que el año pasado nos fueron concedidos 11 proyectos de la convocatoria de Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AEI) de MINTUR. Unos fondos que se están adjudicando en su totalidad y que ayudan a reindustrializar el país, una de las prioridades por parte de Administraciones y agentes sociales.

Volviendo al clúster, a lo largo de los 15 años que llevamos trabajando nos hemos ido estructurando en seis áreas estratégicas que dan respuesta a la visión de lo que es —o lo que debería ser— la energía hoy: digitalización de la energía, energías renovables y autoconsumo, edificación eficiente, movilidad sostenible, redes inteligentes y eficiencia en la industria.

Sin duda, estas son las áreas que marcarán el devenir futuro del sector, pero también de las que depende la consecución del reto colectivo de la descarbonización de la economía y la transformación de la sociedad hacia prácticas más sostenibles y eficientes. Desde el clúster nos mantenemos firmes en estos compromisos y seguiremos trabajando para hacerlos compatibles con la viabilidad y prosperidad de nuestro tejido empresarial e industrial.

Hay que referirse, en primer lugar, a los retos de la economía del siglo XXI.

Toda revolución económica e industrial ha venido acompañada de una revolución energética, y actualmente nos encontramos frente a una nueva revolución: la descarbonización de la economía.

Dicha revolución va más allá de la mera voluntariedad y el altruismo, puesto que impacta no solo en el modelo económico que se ha venido desarrollando hasta nuestros días, sino que pone en riesgo la supervivencia de la especie humana.

Nos encontramos ante una crisis nunca vista anteriormente: la crisis climática. Dicha crisis puede cambiar las condiciones del entorno de nuestros pueblos, ciudades y países en los que hemos fundamentado todo nuestro desarrollo económico. El origen de esta crisis climática, o, dicho de otra manera, el calentamiento global, viene generado por el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Y estos gases, en un 80%, tienen origen en el sector energético. Así pues, si queremos hacer frente al cambio climático al que nos enfrentamos, solo lo conseguiremos si descarbonizamos o *desfossilizamos* la energía. En este caso debemos entender la energía en su amplio sentido: generación eléctrica mediante gas natural o carbón, movilidad mediante combustibles fósiles, generación de calor para procesos industriales y/o para climatización, etc.

Ante esta situación, pudiéramos pensar que la inversión en proyectos de generación eléctrica de origen renovable y, en especial en nuestro país, la de origen fotovoltaico, ya sea en su modalidad parque de generación o autoconsumo, es suficiente. Pero la realidad dista mucho de esta visión conformista. Para contextualizar y ampliar esta

visión, desde el CEEC le hemos otorgado cinco dimensiones a la energía que nos pueden ayudar a comprender qué acciones deberemos llevar a cabo desde el punto de vista de la Administración, de los empresarios y los ciudadanos para abordar el reto climático.

La *primera dimensión* está asociada a la naturaleza de la energía por lo que se refiere a sus fuentes primarias de generación. Si estamos de acuerdo en que el 80% de las emisiones tienen un origen energético, no queda otra opción que modificar el paradigma actual. Hay que generar y utilizar una energía *descarbonizada* y, por tanto, dicha energía debe tener un origen renovable.

La *segunda dimensión* es la *diversificación*. Existe una gran variedad de energías de procedencia renovable —electricidad eólica, fotovoltaica, hidráulica, hidrógeno renovable, geotermia, aerotermia, biogás, biometano— que, en función de diferentes factores, como nuestra ubicación geográfica, nuestro perfil de consumo o nuestra intensidad energética, se adaptarán mejor o peor. Por este motivo, no hay energías mejores o peores.

Las energías se adaptarán mejor o peor a nuestra realidad, pero todas las energías de origen renovable son complementarias y tienen su importancia.

La *tercera dimensión* es la *descentralización*. Todos somos conscientes de que desde el desarrollo de la infraestructura eléctrica hemos tendido hacia la concentración. Una concentración basada en unas pocas centrales (ciclos combinados, nucleares, hidráulicas) donde se generaba una gran cantidad de energía, se distribuía y los consumidores éramos meramente actores pasivos.

Hay que cambiar ese paradigma y se debe descentralizar. Y lo estamos haciendo mediante el autoconsumo, pero debemos ir un paso más allá.

El generador descentralizado, que a su vez es consumidor, debe tener un rol activo en la gestión de la energía que genera y en la que consume (gestión activa de demanda). Esta gestión activa nos llevará a una mayor autonomía y flexibilidad energética. Las previsiones nos indican que la estabilidad de la que hoy goza nuestra red eléctrica tenderá a reducirse por el efecto de la discontinuidad de las energías renovables con mayor capacidad de generación (fotovoltaica y eólica).

Dicha caída de estabilidad o continuidad hará que los precios de la electricidad fluctúen mucho en función del momento en el que nos encontremos. La capacidad de gestionar activamente nuestras instalaciones nos permitirá pasar de ser un actor cautivo (pagar el precio que me pidan) a ser un actor que podrá aprovecharse de la realidad del momento y reducir su consumo (previo acuerdo con la empresa eléctrica) o incluso verter su generación para beneficiarse del precio elevado del momento.

La *cuarta dimensión* es la *digitalización*. Se apuntaba al principio que estamos en un momento de revolución energética, pero a su vez, y no lo debemos olvidar, estamos en los inicios de una revolución digital.

Esta revolución transversal a nuestro día a día debe ser incorporada a la energía. En la dimensión anterior comentábamos que los distintos actores deberán generar de manera activa la energía. ¿Se nos ocurre otra manera de gestionar en tiempo real cualquier proceso que no sea mediante la digitalización y la inteligencia artificial? Obviamente no, y para hacer frente a la discontinuidad de las energías renovables y actuar en tiempo real deberemos digitalizar y sensorizar toda la cadena de valor: las redes de transporte y de distribución, las instalaciones de generación centralizadas y descentralizadas... A su vez, esta capacidad de digitalizar la energía nos aportará nuevos negocios: *blockchain*, agregadores de energía...

La *quinta dimensión*, pero no por ser la última menos importante, es la *democratización*. Y aquí con una visión amplia también.

Hay que democratizar la energía para que nos llegue a todos; aún hoy hay cientos de millones de personas en la Tierra que no tienen acceso a la energía y debemos hacer que tengan acceso a ella. Pero democratizar es también acompañar la energía (o las inversiones asociadas a nuevas instalaciones) de una seguridad legal, reguladora, jurídica. Porque solo así las empresas y personas con capacidad de inversión y de desarrollar nuevas tecnologías seguirán trabajando para acelerar la transición energética.

La comprensión de estas dimensiones es clave para hacer frente a la transición energética que se espera para el siglo XXI.

Pero estas *cinco dimensiones* deben tener un nexo común y nuclear: la *eficiencia energética*. Plantear un nuevo modelo energético sin tomar en consideración la reducción del consumo y la eficiencia energética no tiene sentido. Por ello, todos, ya sea como Administración pública, como empresario o como ciudadano debemos empezar por conocer *cuánto, cuándo, cómo y dónde* estamos consumiendo, y buscar la racionalidad energética. La eficiencia energética, no puede ser de otra manera, debe ir de la mano de la sensorización y la digitalización; si no sabemos dónde y cuándo estamos consumiendo, no podremos optimizar nuestros consumos y priorizar las acciones a realizar. Cinco dimensiones con un corazón, la eficiencia energética.

Vistas las dimensiones de la energía y el papel central que toma la eficiencia energética en el nuevo modelo energético, estamos en disposición de formularnos la siguiente pregunta: ¿Dónde nos encontramos de ese trayecto que es la transición energética y cómo podemos acometer la necesaria descarbonización de la energía?

Pues bien, estamos en un punto crucial y crítico. Estamos en el momento de definir nuestro devenir, o, dicho de otra manera, estamos en el momento de concretar nuestras estrategias u hojas de ruta, de definir en qué liga queremos jugar, independientemente de si somos un país, una ciudad, una multinacional o una pyme.

En el proceso de definir dichas estrategias, se plantea la necesidad de contestar a cuatro preguntas muy simples, pero a la vez complejas de responder. Son las siguientes:

- ¿Cuántas emisiones generamos?
- ¿A qué me puedo comprometer (entiéndase reducción de emisiones) y cuánto tiempo me va a llevar conseguir ese compromiso?
- ¿Cómo lo voy a hacer y con qué acciones lo voy a llevar a cabo? Obviamente, la respuesta a esta pregunta será un *mix* de eficiencia energética, digitalización, electrificación y autoconsumo, entre otros, pero ¿lo podemos y debemos acometer todo de golpe? ¿O debemos priorizar las acciones en función de su retorno, de nuestras capacidades, de nuestros planes de expansión...?
- Y, por último, ¿a qué coste y con qué recursos?

Si somos capaces de dar respuesta a estas cuatro preguntas y estructurar las respuestas... ya tenemos definida nuestra *hoja de ruta hacia la descarbonización*.

Como hemos visto, la primera pregunta que necesitamos responder es ¿cuántas emisiones generamos? Para ello hay que conocer que las emisiones las agrupamos en cuatro alcances:

- *Alcance 1*: principalmente emisiones generadas en el uso de energía directa o primaria en nuestras operaciones directas.
- *Alcance 2*: principalmente emisiones generadas previamente en la transformación de energía primaria para obtener energía eléctrica o térmica que utilizamos en nuestras operaciones directas.
- *Alcance 3*: emisiones indirectas (tanto aguas arriba como aguas abajo) acumuladas en el ciclo de vida de aquellos productos o servicios que generamos. Generalmente las emisiones aguas arriba dependen de nuestros proveedores y las emisiones aguas abajo dependen del diseño de nuestros productos.
- *Alcance 4*: emisiones evitadas por el uso, en instalaciones propias o de terceros, de aquellos productos o soluciones que fabricamos/suministramos.

La definición de estos alcances (principalmente los tres primeros) ha permitido un cambio de paradigma en el mundo industrial y está siendo un catalizador para la aceleración de la descarbonización de la economía.

Hace un tiempo los consultores y gestores energéticos hablaban de eficiencia energética con una visión muy endogámica, ya que su realización dependía de uno mismo. La decisión de reducir mis emisiones derivadas de mis operaciones (alcance 1 y 2) depende de mí mismo. Si invierto y ejecuto con criterio reduzco mis consumos, si no invierto... no reduzco mis consumos.

Pero cuando uno de nuestros clientes se compromete a reducir su huella de carbono (incluyendo los tres alcances), tarde o temprano se pondrá en contacto con nosotros para solicitar que reduzcamos nuestras emisiones en un período de tiempo, ya que de

otra manera él no podrá cumplir con su compromiso de reducción de alcance 3 (emisiones indirectas aguas arriba).

Y este es el gran cambio de paradigma: hace unos años yo, como propietario de mi empresa, podía decidir si reducía mis consumos o no. Pero ahora un tercero (mi cliente) me puede solicitar que los reduzca para que él cumpla con sus compromisos. En el caso de que decida no reducir mis emisiones, en el corto plazo no pasará nada, pero estaré poniendo en riesgo la viabilidad futura de mi empresa o, dicho de otra manera, estaré hipotecando el futuro de mi empresa.

Por este motivo, y para avanzarnos a la petición de nuestros clientes, ahora es el momento de definir nuestra estrategia en descarbonización, y cuando llegue el momento le podremos responder que ya hemos empezado a aplicar las mejoras (diferenciándolos de nuestros competidores) o, en el peor de los casos, que sabemos qué acciones debemos realizar para que él cumpla con su compromiso y cuánto tiempo nos va a llevar.

Así pues, vemos cómo la descarbonización de la economía requiere de una amplia visión de la energía —cinco dimensiones—, pero a su vez exige de la colaboración de toda la cadena de valor (proveedores y clientes). Solo con esta colaboración y alineamiento de intereses seremos capaces de enfrentarnos al reto mayúsculo que anunciábamos al inicio de este texto: la crisis climática.

Pero no lo veamos como una obligación sin más, veámoslo como una oportunidad mayúscula. Una oportunidad para reindustrializar el país y de hacerlo de una manera estructurada, que atraiga tanto inversiones (locales y extranjeras) como talento. Porque una de las mayores inquietudes del talento joven es la sostenibilidad y hacer frente a la sobreexplotación del planeta.

Por fin tenemos la posibilidad de dejar de asociar la palabra industria a la de una fábrica de la que sale humo. Hoy tenemos la oportunidad de poner la primera piedra de esa economía que debe ser la economía del siglo XXI: respetuosa con las personas, con el medio ambiente y absolutamente integradora.

DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL Y COMPETITIVIDAD: EL SECTOR PAPELERO

EDUARDO QUEROL

*Presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón
(ASPAPPEL)*

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN AL SECTOR PAPELERO. 2. SOSTENIBILIDAD Y DESCARBONIZACIÓN EN EL SECTOR PAPELERO. 3. ADECUACIÓN DEL MARCO NORMATIVO Y PROPUESTAS.

1. INTRODUCCIÓN AL SECTOR PAPELERO

Comenzaré estas líneas con una breve pincelada que nos permita conocer los aspectos más destacables del sector pastero-papelero en España.

Con casi 70 fábricas de papel y 10 de celulosa, el sector español es el sexto productor europeo de papel, con 6,3 millones de toneladas, y el quinto de celulosa, con 1,5 millones de toneladas.

El papelero es, al igual que las restantes industrias manufactureras, un sector relevante en términos de creación de empleo fijo y de alta calidad, en concreto unos 100.000 puestos de trabajo entre directos e indirectos. Se trata también de un sector netamente exportador, alcanzando según datos de la Comisión Europea valores de intensidad exportadora del 30% para el papel y del 48% para la pasta.

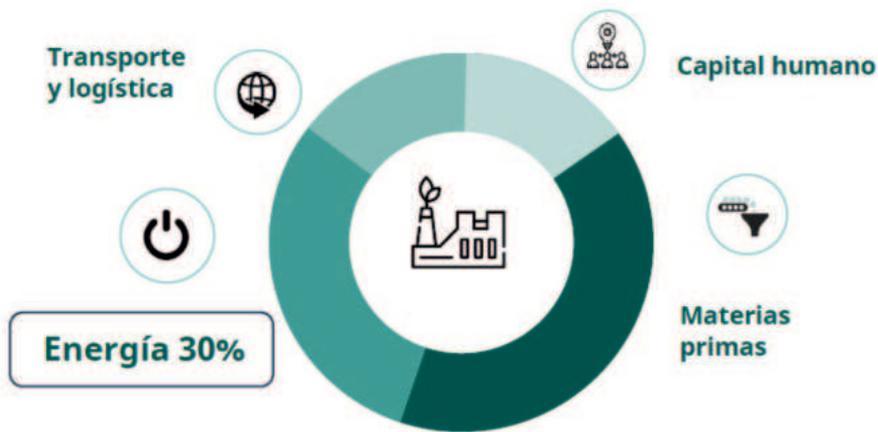
Con una facturación de unos 7.000 millones de euros en 2022, el sector papelero se caracteriza igualmente por su permanente apuesta inversora en nuestro país, destinando a tal fin, por ejemplo, el 7% de la facturación de 2022. Ello, unido a la habitual ubicación de las instalaciones en el entorno rural, hace además del sector un auténtico vertebrador de la economía local en sus zonas de implantación.

Para comprender en toda su extensión el gran impacto del sector papelero en la economía española es necesario analizarlo también en términos de cadena de valor. Dicho concepto engloba no solo las fábricas que producen papel, sino desde la extrac-

ción y transformación de la materia prima hasta la recogida y reciclaje de los desechos de papel y cartón para obtener nuevos materiales. Cadena completa que, en términos agregados, supone prácticamente entre el 4 y el 5% del PIB español y el 2% del empleo total.

Otra de las claves que caracterizan de forma crucial al sector pastero-papelero es la relevancia de la energía como elemento estratégico para su actividad. Como se observa en el gráfico 1, la demanda energética representa en término medio el 30% de la estructura de costes de una fábrica tipo de nuestro sector, solamente por detrás del peso de la materia prima.

Gráfico 1. Estructura del tipo de costes de una fábrica del sector



Fuente: ASPAPEL.

Una elevada y continua demanda de energía que resulta consustancial a nuestro proceso productivo y que hace del nuestro un sector intensivo tanto en términos de electricidad como, muy especialmente, en términos de calor. Así, a pesar de contar con un número relativamente limitado de instalaciones, en 2022 el sector en su conjunto consumió casi 4,4 TWh de electricidad y 21,6 TWh de combustibles para la cobertura de nuestra demanda térmica. De ellos, 12,5 TWh correspondieron a gas, lo que supone un 8% de la demanda industrial de gas a nivel nacional. En conjunto, supone el 8,4% de la demanda de energía final industrial en España (datos de 2019).

Toda decisión que afecte al suministro energético presente y futuro de nuestras instalaciones y procesos, por tanto, deberá venir precedida de un profundo análisis que contemple de forma adecuada su impacto en términos económicos, tecnológicos y medioambientales. La relevancia de la decisión es evidente.

En términos económicos, por ejemplo, una decisión errónea a la hora de escoger la fuente energética principal de la instalación conllevaría de forma inmediata, con ese 30% de peso medio sobre costes que antes referíamos, una pérdida de competitividad a corto y largo plazo, elemento crucial para un sector intensivo energéticamente y sometido a una permanente y estrecha competencia a nivel nacional e internacional como el nuestro, abocando previsiblemente la instalación al cierre.

De igual forma, en términos tecnológicos, deberá lograrse que la opción elegida sea capaz de ofrecer las condiciones requeridas por el proceso, en términos de presión, temperatura, disponibilidad, calidad y continuidad de suministro...

Finalmente, pero no por ello menos importante, para ser viable en términos medioambientales la opción elegida debe satisfacer los requisitos en cuanto a cumplimiento de valores límite de emisiones, aceptabilidad social...

Un balance de elevada complejidad, pero, como señalábamos más arriba, crucial para la viabilidad futura.

2. SOSTENIBILIDAD Y DESCARBONIZACIÓN EN EL SECTOR PAPELERO

Un factor que define a la industria del papel es el liderazgo y compromiso con la sostenibilidad, bioeconomía y circularidad. Elementos que vertebran toda la actividad del sector, desde su materia prima, ya sea virgen o reciclada, hasta la gestión de sus residuos.

Gracias al esfuerzo combinado de los distintos actores de la cadena, unido al compromiso y concienciación de la ciudadanía y Administración con el contenedor azul, hemos logrado que el sector papelero español alcance una tasa de reciclaje del 80%, el tercero de la Unión Europea a nivel sectorial. Con ello, logramos convertir residuos en materia prima, materializando así el objetivo de completa circularidad de nuestra economía a futuro. La industria lucha de forma permanente por mejorar esos ratios, teniendo ya la mira puesta en el objetivo del 85% de reciclado.

Ese esfuerzo permanente por la mejora en materia de sostenibilidad se evidencia también muy claramente en la evolución de las emisiones sectoriales de gases de efecto invernadero, mostradas en el gráfico 2.

Gráfico 2. Evolución de emisiones y producción, 2014-2022



Fuente: ASPAPEL.

Plenamente en línea con el compromiso adquirido por nuestro sector por alcanzar la neutralidad climática a 2050, la industria europea se ha descarbonizado aproximadamente un 45% con respecto a 1990, y ello a través de dos vectores principales: eficiencia energética y mayor utilización de biomasa.

El sector papelero español ha mostrado también su firme compromiso con la progresiva reducción de emisiones y avance en eficiencia energética. Gracias a la masiva apuesta histórica realizada por la cogeneración de alta eficiencia, el gas natural y la biomasa, partíamos ya de un ventajoso punto. Análisis aparte merece la evolución de las emisiones en 2022, ocasionada por factores externos asociados a la situación regulatoria de la cogeneración y su mayoritaria parada de forma transitoria.

En cuanto a los combustibles utilizados en el sector, en los últimos años es evidente el incremento de peso de la biomasa a expensas del gas natural, en una tendencia que previsiblemente se acentuará en años siguientes, en el marco del avance hacia la neutralidad climática en que se encuentra embarcado el sector papelero (Gráfico 3).

Gráfico 3. Evolución de la producción eléctrica y el consumo de combustibles, 2014-2022



Fuente: ASPAPEL.

A fin de alcanzar la plena descarbonización del proceso, cada instalación deberá acometer el diseño de su propia hoja de ruta. Son varias las tecnologías que se deberán contemplar en el diseño del nuevo *mix* energético de la instalación: bomba de calor, solar térmica, fotovoltaica, biomasa, cogeneración renovable o gases renovables, etc.

Al desarrollar la hoja de descarbonización se deben tener siempre presentes varios aspectos de relevancia. En primer lugar, en su elaboración, como antes señalábamos, se deberán tener en cuenta parámetros económicos, tecnológicos y ambientales para, con todo ello, identificar cuál es la tecnología o, más bien, conjunto de tecnologías que, de forma complementaria y satisfaciendo las necesidades energéticas y técnicas del proceso, ofrezcan la necesaria garantía de suministro y mejor se adapten a las características del sitio en prestaciones medioambientales. Todo ello, por supuesto, siempre sin comprometer la viabilidad económica de la actividad productiva, para lo que deberemos tener en consideración tanto el CAPEX como, muy especialmente, el OPEX de la solución o las distintas soluciones adoptadas.

Asimismo, se debe tener en cuenta que la respuesta a adoptar deberá desarrollarse de forma específica centro a centro productivo, ya que cada uno es distinto. No existe una solución válida para un centro que sea también válida para otro. Cada uno de ellos

posee necesidades específicas, que pueden venir desde la propia ubicación o desde las necesidades de calor del proceso productivo implementado en ese centro.

3. ADECUACIÓN DEL MARCO NORMATIVO Y PROPUESTAS

Como es habitual en cualquier actividad económica, antes de tomar la decisión de acometer una inversión debemos realizar un análisis de pros y contras. En línea con ello, realizaremos a continuación un breve balance del atractivo de llevar a cabo el proceso de descarbonización, repasando los elementos a favor y en contra en los ámbitos nacional y europeo.

A nivel europeo, reconocemos una mayor conciencia acerca de la necesidad de defender la competitividad de sus industrias, así como grandes esfuerzos de las instituciones europeas por impulsar la descarbonización de los sectores productivos. Sin embargo, el programa de apoyo europeo no está consiguiendo contrarrestar en muchos casos al estadounidense, que está apostando de forma muy fuerte por atraer actividad productiva hacia su economía a través de medidas muy ágiles, de ejecución inmediata, y reforzada además por una elevada competitividad energética. Realmente creemos que ya se está produciendo deslocalización de industria en Europa, que aumentará en caso de no adoptar medidas adicionales.

En el ámbito nacional, valoramos positivamente las importantes oportunidades que ofrece el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con programas concretos como el PERTE de economía circular, el PERTE de descarbonización, líneas de ayudas a energías renovables, etc. También destacamos como hecho positivo la existencia de un esquema de apoyo a industrias intensivas en energía, susceptible en todo caso de evolución y mejora.

Es también un elemento muy positivo la firme integración del sector papelero en la economía local, unido a la fuerte concienciación social en apoyo del reciclado y la sostenibilidad que evidencian las muy elevadas tasas de reciclado.

Por el contrario, y aun reconociendo el esfuerzo realizado por la Administración española en la puesta en marcha de los programas de apoyo a la descarbonización industrial, persisten serias dudas acerca de su atractivo e impacto real, debido a elementos como la exigencia de su ejecución en plazos límite extremadamente cortos, que en términos prácticos imposibilitan acometer el proyecto. Por ejemplo, en el caso del PERTE de descarbonización, se plantea como plazo límite de ejecución en la primera convocatoria julio de 2026. Sin embargo, muchas veces obtener la autorización ambiental puede requerir 6, 9 o más meses.

A lo anterior se une, como elemento disuasorio para la atracción de inversiones, la enorme complejidad de la tramitación administrativa de las ayudas; también, la existencia de elementos ambiguos, que generan inseguridad jurídica, o la clarísima insuficiencia de los fondos dotados presupuestariamente a las distintas líneas de ayuda.

Comenzaba esta contribución subrayando nuestra condición de consumidores calorintensivos. Como tales, necesitamos alternativas técnica y económicamente viables para descarbonizar nuestra demanda térmica. Se trata, sin duda, de uno de los grandes retos que nuestra economía tendrá que afrontar para lograr la plena descarbonización: avanzar en el desarrollo de opciones tecnológicas viables que, a fecha de hoy, siguen sin estar comercialmente disponibles. Tecnologías que serán esenciales para que industrias circulares, sostenibles y plenamente integradas en nuestra sociedad puedan seguir contribuyendo al desarrollo de nuestra economía en los años por venir.

NOTAS FINALES

LA NUEVA INDUSTRIA EUROPEA DE CERO EMISIONES NETAS

JOAN BATALLA BEJERANO

Director general de Funseam

MARÍA TERESA COSTA-CAMPI

*Directora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética
Catedrática de Economía, Universitat de Barcelona*

ELISENDA JOVÉ-LLOPIS

*Investigadora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética
Universitat de Barcelona*

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. 2. IMPULSO GLOBAL HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE. 3. LA NUEVA LEY SOBRE LA INDUSTRIA DE CERO EMISIONES NETAS. 4. RETOS DE LA NUEVA INDUSTRIA VERDE. 4.1. *Carencia de un enfoque estratégico sólido.* 4.2. *Instrumentos de impacto limitado.* 4.3. *Construcción de un marco de gobernanza sólido.* 4.4. *Ausencia de estrategia de financiación a nivel de la Unión Europea.* 5. CONCLUSIONES. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas tres décadas, la política energética europea ha experimentado transformaciones sustanciales impulsadas tanto por el respaldo de los principales acuerdos internacionales, como por un despliegue regulatorio sin precedentes, estable y con capacidad para evolucionar y adaptarse a los nuevos escenarios económicos, geopolíticos, tecnológicos y sociales (Costa-Campi y Jové-Llopis, 2023; Márquez-Sobrino *et al.*, 2023; Pollit, 2012).

La perspectiva que proporciona el transcurso del tiempo revela que el primer gran reto que afrontó el sector energético europeo fue la creación del mercado único de la energía. Este gran hito se logró principalmente a través de la liberalización del sector y la creación de una base jurídica de carácter supranacional. A partir de entonces, se

fundamentan los tres pilares básicos de actuación del sector energético: seguridad del suministro, competitividad de los mercados y sostenibilidad ambiental.

Posteriormente, durante los primeros años del nuevo milenio se trabajó en la articulación de la política de energía y clima priorizando tres áreas clave: impulso de las energías renovables, mejora de la eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En tiempos recientes, la lucha contra el cambio climático y la revolución digital se han convertido en verdaderos impulsores de la transformación de la política energética europea hacia una economía descarbonizada. En este paisaje de cambios, la publicación del Pacto Verde Europeo¹ y la Ley Europea del Clima² ha desencadenado un conjunto de propuestas y modificaciones legislativas orientadas a diseñar un modelo de desarrollo sostenible e inclusivo. Se ha hecho patente que una estrategia basada exclusivamente en objetivos e instrumentos relacionados con el clima y la energía resulta insuficiente. Por ello, las nuevas medidas adoptan un enfoque integral e intersectorial, donde la neutralidad climática solo puede concebirse mediante la integración y la participación de todos los agentes y sectores económicos.

Finalmente, la creciente presión para posicionar a Europa hacia la neutralidad climática, junto con la necesidad de lidiar con las tensiones internacionales tras eventos globales recientes como la pandemia de COVID-19 y la guerra de Ucrania, han hecho aumentar la importancia de dirigir la innovación hacia tecnologías limpias, destacando el potencial del binomio energía e industria y su desarrollo político. Así pues, frente a nuevos problemas y objetivos de desarrollo sostenible ha sido necesario diseñar instrumentos adicionales, incluidas nuevas políticas industriales que permitan una reorientación del cambio tecnológico hacia una innovación en tecnologías de cero emisiones para combatir el cambio climático sin sacrificar el crecimiento económico a largo plazo (Acemoglu *et al.*, 2023; Stern y Valero, 2021).

En este contexto, el objetivo de este capítulo consiste, en primer lugar, en presentar el escenario detonante del nuevo enfoque europeo hacia una política industrial de cero emisiones netas. A continuación, en el apartado 3, se describen los principales esfuerzos europeos para potenciar la industria a través del análisis del Plan Industrial del Pacto Verde y, especialmente, la Ley sobre la industria de cero emisiones netas. Mientras que en el apartado 4 se plantean las principales fortalezas y debilidades de la Ley y se establecen recomendaciones para implementar una política industrial verde más efectiva en Europa. Todo ello para concluir con un apartado de consideraciones finales.

2. IMPULSO GLOBAL HACIA UNA POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE

Si bien la política industrial europea había quedado relegada en un segundo plano, desde la crisis de la Gran Recesión en 2008 y, especialmente, desde la pandemia de

1. <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>

2. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_es

COVID-19 y la guerra de Ucrania, esta ha resurgido de forma destacada en los debates académicos y políticos (Aiginger y Rodrik, 2020; Terzi *et al.*, 2022; Veugelers *et al.*, 2024). La importancia de la política industrial sigue creciendo a medida que los países buscan garantizar la transformación de un sector energético mundial basado en combustibles fósiles a uno cada vez más dominado por las energías renovables y otras tecnologías limpias. Así lo pone de manifiesto la Agencia Internacional de Energía (AIE) cuando, a inicios de 2023, alertó sobre el inicio de una nueva era industrial mundial de fabricación de tecnologías de energía limpia, caracterizada por el vertiginoso despliegue de la energía solar, la eólica, los vehículos eléctricos y una serie de otras tecnologías, como los electrolizadores de hidrógeno (AIE, 2023).

Así pues, si se echa un vistazo a la situación global en que se encuentran las economías, se observa que las crecientes tensiones internacionales de los últimos años no han hecho más que evidenciar la importancia de diversificar las cadenas de suministro y fortalecer la resiliencia de los mercados internos para evitar los llamados cuellos de botella. Tras los últimos acontecimientos disruptivos de la historia reciente, existe un reconocimiento más amplio del papel de las políticas industriales, configurando un panorama inédito de desarrollo de estrategias industriales que combinan instrumentos que van más allá del crecimiento de la productividad y la innovación para incluir la sostenibilidad, la resiliencia y la autonomía estratégica (Aghion *et al.*, 2023).

La reciente crisis energética mundial ha impulsado aún más los esfuerzos de las principales economías del mundo, desde Oriente hasta Occidente, para avanzar en la fabricación de tecnologías de energía limpia. La AIE estima que, si los países cumplen con sus compromisos energéticos y climáticos, el mercado anual de tecnologías clave de energía limpia fabricadas en masa podría alcanzar los 650 mil millones de dólares en 2030 y crear 14 millones de nuevos empleos en comparación con los 6 millones actuales (AIE, 2023).

Esta nueva era transformadora supone un momento crucial en el que cada país debe determinar cómo aprovechar las oportunidades de la nueva economía energética, elaborando su estrategia industrial en función de sus fortalezas y debilidades. Todo ello indica que se avanza a buen ritmo ante dicho compromiso y los distintos gobiernos ya se han apresurado a mandar una clara señal sobre sus futuras estrategias industriales en tecnologías sostenibles. En particular, destaca la adopción por parte de Estados Unidos de la Ley de Reducción de la Inflación (IRA por sus siglas en inglés³) en agosto de 2022, la cual ha impulsado significativamente la planificación industrial hacia la producción de tecnologías de energía limpia.

La IRA se posiciona como un paquete legislativo estadounidense histórico destinado principalmente a impulsar la producción nacional de energía limpia. Esta iniciativa legislativa innovadora orientada a reducir las emisiones globales de GEI introduce reformas sustanciales al sistema tributario estadounidense, ofreciendo importantes subsidios a las empresas que invierten en tecnologías verdes. Aunque apenas han transcu-

3. *Inflation Reduction Act*. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376/text>

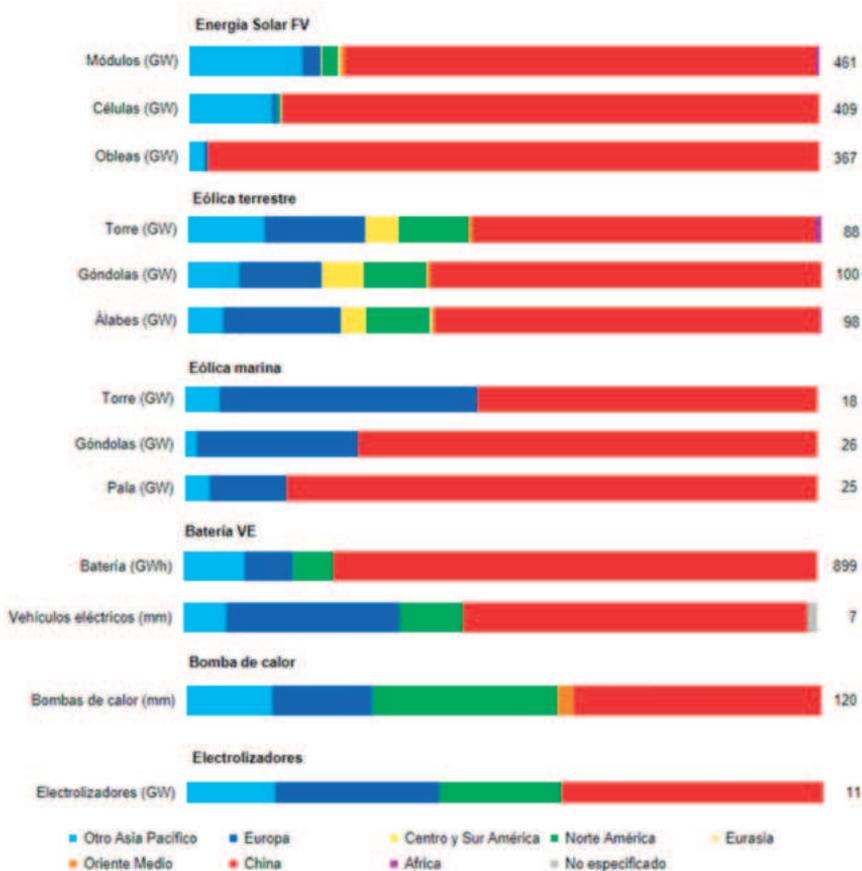
rrido dos años desde su publicación, numerosos informes disponibles hasta la fecha han puesto el enfoque en su análisis (Attinasi *et al.*, 2023; Kleimann *et al.*, 2023; Tagliapietra *et al.*, 2023). Entre las principales características, la literatura económica indica que la IRA ofrece un acceso más fácil a los subsidios, ya que esta se implementa principalmente mediante cambios en el código tributario y, por consiguiente, la financiación está directa e inmediatamente disponible para la parte inversora. Un segundo aspecto es que los subsidios de la IRA muestran un elevado componente proteccionista e infringe las normas de la Organización Mundial del Comercio, al incluir condiciones de requisitos de contenido local (Attinasi *et al.*, 2023). Finalmente, la IRA presenta un nivel de financiación hasta ahora nunca visto; se estima que el impacto de la financiación oscilará entre 800 mil millones de dólares y 1,2 billones de dólares, lo que posicionará a Estados Unidos para lograr una reducción de emisiones del 50% para 2030 en comparación con los niveles de 2005.

Estados Unidos con la IRA es un claro ejemplo de la articulación de las políticas de clima, energía e industriales, pero no es el único actor en juego. Otras economías mundiales están acelerando sus inversiones en la producción de energía verde y trabajando en abandonar los combustibles fósiles lo antes posibles. China, Japón, India, Reino Unido, la Unión Europea y muchos otros países también han presentado sus respectivos planes de transformación para no quedarse rezagados en la emergente carrera mundial en tecnologías verdes (AIE, 2022; Criscuolo *et al.*, 2023). Todo indica, en definitiva, que las economías están cada vez más concienciadas de que, dada la urgencia climática y la competencia tecnológica global, el apoyo a las políticas a la transición es esencial para mejorar la resiliencia de sus sistemas energéticos y asegurar el dominio del futuro mercado energético.

Este nuevo contexto geoeconómico plantea desafíos relevantes para Europa. Por un lado, la IRA ha reavivado los temores profundamente arraigados sobre la desindustrialización y la pérdida de oportunidades de crecimiento en la fabricación de tecnologías neutras en carbono (Kleimann *et al.*, 2023b). Este nuevo impulso estadounidense amenaza fuertemente la posición europea en el mercado mundial de energía limpia y podría llevar a las empresas a invertir en la economía estadounidense. Paralelamente, la existencia de elevados niveles de concentración geográfica en las cadenas de suministro de energía limpia, tanto para la fabricación de tecnologías como para los materiales de los que depende Europa, puede ocasionar potenciales cuellos de botella en el desarrollo de su industria verde (Gráfico 1). La Unión Europea es importadora neta de diversas tecnologías y componentes clave para lograr los objetivos de emisiones netas cero. En cambio, China es una clara potencia en la fabricación y el comercio de la mayoría de las tecnologías. El gigante asiático representa al menos el 60% de la capacidad de fabricación mundial de la mayoría de las tecnologías de fabricación en masa (energía solar fotovoltaica, energía eólica y baterías) y el 40% de la fabricación de electrolizadores (Comisión Europea, 2023b). En cuanto a la extracción de minerales críticos, Europa muestra una clara debilidad, ya que también se observa una elevada concentración geográfica. Por ejemplo, solo la República Democrática del Congo produce el 70% del cobalto del mundo, y solo tres países representan más del 90% de la

producción mundial de litio. Ante las elevadas concentraciones en las cadenas de suministro, surge la preocupación acerca la posibilidad de que los países dominantes empleen las exportaciones de tecnologías limpias y materias primas críticas como instrumento estratégico, de manera análoga a la táctica utilizada por Rusia en el suministro de gas a Europa (Tagliapietra *et al.*, 2023).

Gráfico 1. Porcentajes regionales de la capacidad de fabricación en serie de tecnologías y componentes de energías limpias



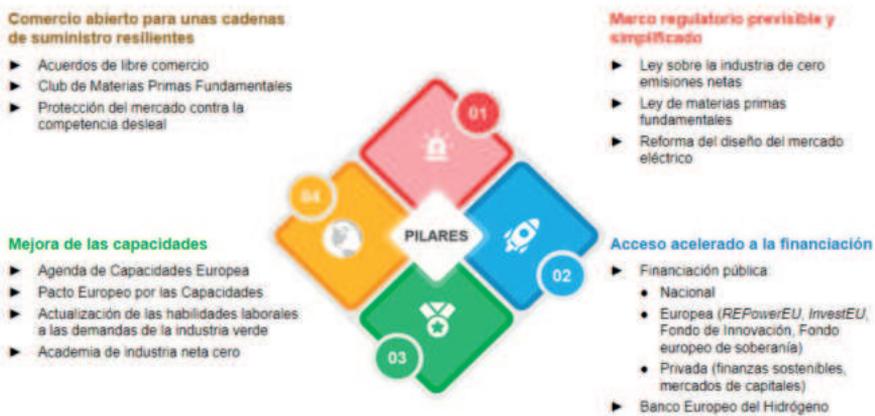
Fuente: Energy Technology Perspectives 2023 (IEA, 2023). <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>. IEA, License: CC BY 4.0.

Para evitar potenciales vulnerabilidades ante incidentes, ya sean a consecuencia de las decisiones políticas de un país o por desastres naturales, la Unión Europea también ha reaccionado a esta carrera mundial hacia tecnologías limpias y ha aprovechado las oportunidades de crecimiento industrial que brinda la transición hacia la sostenibilidad. De hecho, ya no

se trata simplemente de una reacción temporal a un entorno socioeconómico desafiante, sino de afrontar definitivamente las causas subyacentes de las debilidades industriales, energéticas, productivas y tecnológicas de Europa, las cuales se habían gestado antes de la COVID-19, la invasión de Ucrania y el propio IRA (Moscoso, 2023).

Ante este contexto estructural, la Unión Europea respondía en febrero de 2023 con las siguientes iniciativas: el Plan Industrial del Pacto Verde, seguido de la Ley de Industria de Cero Emisiones Netas, junto con una revisión sustancial de las directrices sobre ayudas estatales. El Plan Industrial del Pacto Verde supone por primera vez una política integral energética, industrial y de clima y tiene como finalidad reforzar la competitividad de la industria europea. Este Plan se basa en iniciativas anteriores de la Unión Europea, como el Pacto Verde Europeo y el *REPowerEU*⁴ y se sustenta en cuatro pilares fundamentales (Gráfico 2).

Gráfico 2. Esquema vertebrador del Plan Industrial del Pacto Verde



Fuente: Costa-Campi y Jové-Llopis (2023).

El primer pilar, definido como un marco regulatorio previsible y simplificado, busca establecer un entorno normativo más sencillo, rápido y predecible que fomente la inversión en tecnologías limpias al mismo tiempo que reduzca la presencia de múltiples marcos reguladores fragmentarios dentro de la Unión Europea. Para ello, se han presentado tres instrumentos regulatorios esenciales para apoyar esta labor: la Ley de materias primas críticas, la reforma del diseño del mercado de la electricidad y la Ley sobre la industria de cero emisiones que será abordada en el siguiente apartado. El segundo pilar se centra en estimular el acceso a la financiación nacional y de la Unión Europea, tanto pública como privada, para la producción de tecnologías limpias. El

4. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_es

tercer pilar del Plan consiste en la mejora de las capacidades de la masa laboral al frente del desarrollo de la nueva industria cero emisiones neta, mientras que el cuarto pilar pone énfasis en fomentar medidas sobre cooperación global y comercio internacional para mejorar la resiliencia de las cadenas de suministro.

3. LA NUEVA LEY SOBRE LA INDUSTRIA DE CERO EMISIONES NETAS

La nueva Ley sobre la industria de cero emisiones netas fue propuesta por la Comisión Europea en marzo de 2023 y se preparó en un tiempo récord de seis semanas, cuando el diseño de una propuesta legislativa de este calado normalmente implica un año y medio aproximadamente de intenso trabajo. Su desarrollo fue considerado de prioridad política máxima debido al aumento de la competencia, en particular, por parte de China, en el sector de las tecnologías limpias y, al mismo tiempo, a la creación de un entorno propicio a las empresas de tecnologías limpias en los Estados Unidos con la IRA. De modo que la Unión Europea se vio obligada a reaccionar rápidamente. Casi un año después, en febrero de 2024, se alcanzó el acuerdo político entre el Parlamento Europeo y el Consejo⁵ y, posteriormente, en la primavera del mismo año ha sido aprobado por el Parlamento.

Esta Ley tiene como principal objetivo crear un marco regulatorio que permita aumentar la capacidad de fabricación de tecnologías. A través de este enfoque, se busca potenciar la competitividad de la industria verde, fortalecer la resiliencia del sistema energético, generar puestos de trabajo verdes de calidad y apoyar los esfuerzos de la Unión Europea por ser independiente desde el punto de vista energético, permitiendo al mismo tiempo la transición hacia la neutralidad climática (Comisión Europea, 2023a).

La Ley apuesta por simplificar el marco regulador para la fabricación de las tecnologías de cero emisiones netas en base a tres criterios: 1) su nivel de preparación tecnológica; 2) su contribución a la descarbonización y la competitividad; y 3) la existencia de un riesgo para la seguridad del suministro. Sobre la base de estos tres criterios, la primera propuesta de Ley contemplaba principalmente ocho tecnologías estratégicas de cero emisiones netas (Gráfico 3). A diferencia de lo que venía siendo habitual, se priorizaban tecnologías cercanas a la comercialización y con un buen potencial de expansión a gran escala en lugar de aquellas en las primeras etapas del desarrollo tecnológico. Sin embargo, el acuerdo provisional entre el Consejo y el Parlamento Europeo en febrero de 2024 ha introducido variaciones significativas; entre ellas, incluye la ampliación de la lista original de tecnologías netas cero para que los Estados miembros tengan derecho a elegir entre diferentes fuentes de energía y la estructura general de su suministro energético, así como su política industrial. De modo que corresponderá a cada Estado miembro decidir qué tecnología quiere considerar estratégica y financiar su implementación. La atención ahora se centra en las instalaciones de fabricación en toda la cadena de suministro, ya a sea al estar incluido en el listado de tecnologías o cuando el promotor del proyecto pueda proporcionar pruebas de que el producto, componente o maquinaria se utiliza principalmente para tecnología neta cero.

5. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_24_680

Gráfico 3. Alcance de la Ley (qué tipo de proyectos están cubiertos)

<i>TECNOLOGÍAS ESTRATÉGICAS DE CERO EMISIONES NETAS</i>	<i>TECNOLOGÍAS DE CERO EMISIONES NETAS</i>
Tecnologías solares fotovoltaicas y térmicas	
Tecnologías de energía eólica terrestre y de energías renovables marinas	
Tecnologías de almacenamiento y baterías	
Bombas de calor y tecnologías de energía geotérmica	
Electrolizadores y pilas de combustible	
Tecnologías de biogás/biometano sostenible	
Tecnologías de captura y almacenamiento de carbono	
Tecnologías de red	
	Tecnologías de energía de fisión nuclear
	Tecnologías de combustibles alternativos sostenibles
	Tecnologías hidroeléctricas
	Otras tecnologías de energía renovable
	Tecnologías de eficiencia energética relacionadas con los sistemas energéticos
	Combustibles renovables de origen no biológico
	Soluciones biotecnológicas para el clima y la energía
	Tecnologías industriales transformadoras para la descarbonización
	Tecnologías de transporte y utilización de CO ₂
	Tecnologías de propulsión eólica y eléctrica para el transporte
	<i>Otras tecnologías nucleares</i>

Fuentes: Comisión Europea (2023a) y Consejo de la Unión Europea (2024).

Además, la Ley establece dos grandes objetivos. Primero, el ambicioso objetivo de cubrir, en conjunto, el 40% de las necesidades anuales de implantación de tecnologías estratégicas de cero emisiones netas fabricadas en Europa a lo largo de esta década. La Comisión estima que alcanzar este objetivo general del 40% de aquí a 2030 requerirá 92 mil millones de euros de inversión, de los cuales la mayor parte (alrededor del 80%) procederá del sector privado, lo que se verá facilitado por una Plataforma Europa de Cero Emisiones Netas que fomente los contactos y haga uso de las alianzas industriales existentes (Comisión Europea, 2023b). Y, recientemente, tras las negaciones entre el Parlamento Europeo y el Consejo, se ha introducido un nuevo objetivo que implica aumentar la participación de la Unión en las tecnologías limpias hasta el 15% de la producción mundial en 2040.

En particular, para impulsar la inversión en la fabricación de tecnologías con cero emisiones netas, la Ley establece siete áreas de actuación prioritaria (Gráfico 4).

Gráfico 4. Áreas de actuación prioritaria

	I	Facilitar las inversiones en tecnologías estratégicas de cero emisiones netas
	II	Acelerar la captura y el almacenamiento de CO ₂
	III	Facilitar el acceso a los mercados
	IV	Mejorar las capacidades para la creación de empleo de calidad en tecnologías limpias (academias de competencias)
	V	Fomentar la innovación (espacios controlados de pruebas)
	VI	Crear una estructura de gobernanza armonizada
	VII	Crear un marco de seguimiento uniforme

Fuente: Comisión Europea (2023a).

I. Facilitar las inversiones en tecnologías estratégicas de cero emisiones netas

Uno de los grandes retos que afronta la Unión Europea es la multiplicidad de marcos regulatorios dentro del mercado interior en cuanto a los procedimientos de concesión de autorizaciones para la fabricación de tecnologías limpias. Con el fin de reducir la elevada fragmentación, la Ley pretende alcanzar un entorno regulador armonizado y simplificado que garantice la igualdad de condiciones y propicie las tecnologías limpias a través de procesos de concesión de permisos más ágiles y con menor carga administrativa. Para ello, los Estados miembros deberán designar una autoridad nacional competente, que actuará como ventanilla única durante todo el proceso de concesión de permisos. Asimismo, se establecen límites de tiempo jurídicamente vinculantes para el proceso de concesión de permisos, siendo un máximo de 12 meses para la construcción de proyectos de fabricación de tecnología neta cero con una capacidad de fabricación anual inferior a 1 GW y de 18 meses para proyectos mayores. Para los proyectos definidos como estratégicos se busca lograr plazos aún más cortos (9-12 meses). Cabe apuntar que los Estados miembros no pueden manifestar que carecen del suficiente personal para acelerar la concesión de permisos, ya que en este reglamento una de las obligaciones de los Estados es garantizar suficiente personal y experiencia para todo el proceso. Paralelamente, una de las mejoras propuestas respecto la versión inicial del reglamento es la creación de valles industriales de cero emisiones. Los Estados miembros pueden designar áreas geográficas con el propósito de fomentar clústeres que concentran varias empresas implicadas en una determinada tecnología, contribuyendo a la reindustrialización de las regiones teniendo en cuenta la transición justa y sus objetivos.

II. Acelerar la captura y el almacenamiento de CO₂

El nuevo reglamento busca promover el establecimiento de la tecnología de captura y almacenamiento de CO₂. En particular, en aquellos sectores de alto consumo energético. Se establece el objetivo a escala de la Unión Europea de alcanzar una capacidad de inyección anual de al menos 50 millones de toneladas de CO₂ para el 2030. La Ley también introduce requisitos para que los productores de petróleo y gas de la Unión Europea contribuyan a este objetivo.

III. Facilitar el acceso a los mercados de productos de cero emisiones netas

Se busca eliminar barreras y crear las condiciones propicias para que las tecnologías de cero emisiones netas tengan una entrada más fácil y exitosa en los mercados, tanto públicos como privados. Con todo ello se procura acelerar las inversiones en tecnologías de cero emisiones netas a través del fomento de la demanda pública y privada de productos sostenibles. Para ello, se ha apostado por la creación de la Plataforma Cero Emisiones Netas y del Banco Europeo del Hidrógeno que brinda apoyo a la adopción del hidrógeno renovable dentro de la Unión Europea, así como a las importaciones procedentes de socios internacionales. El reciente acuerdo alcanzado entre el Parlamento Europeo y el Consejo exige que los procedimientos de contratación pública tecnologías

de cero emisiones netas y las subastas para el despliegue de energías renovables incluyan criterios de sostenibilidad y resiliencia más allá de los puramente económicos.

IV. Mejorar las capacidades para la creación de empleo de calidad en tecnologías limpias

El éxito del desarrollo de tecnologías limpias está estrechamente relacionado con la capacidad de disponer de la fuerza laboral cualificada para implementar proyectos verdes. La Comisión Europea reconoce la escasez de mano de obra cualificada como un obstáculo importante para la transición energética. En concreto, estima un déficit de 180.000 trabajadores cualificados en áreas relacionadas con el hidrógeno y de 66.000 en energía solar fotovoltaica para 2030 (Comisión Europea, 2023c). La Comisión propone colaborar con los Estados miembros, la industria, los interlocutores sociales y otras partes interesadas en el diseño de programas de formación destinados a reciclar y fortalecer las habilidades de los trabajadores. Este enfoque tiene como objetivo impulsar una red de academias europeas de competencias especializadas por tecnologías donde se forme a la masa laboral, adecuando de esta forma el mercado laboral a las nuevas necesidades existentes para la transición energética.

V. Apoyar la innovación

Fomentar la innovación ofrece una vía prometedora y eficiente para apoyar la expansión de la fabricación y la implantación del hidrógeno renovable y otras tecnologías estratégicas de cero emisiones netas, reforzando así la soberanía europea en tecnologías clave para la acción por el clima y la seguridad energética (Comisión Europea, 2023a). Entre las principales propuestas se encuentra la puesta en marcha de un mayor número de espacios controlados de pruebas de tecnologías de cero emisiones netas (*sandboxes* regulatorios) para contribuir al desarrollo y ensayo de tecnologías innovadoras. Estos entornos de pruebas regulatorias también pueden allanar el camino para la simplificación del proceso de autorización/certificación para la comercialización de productos. Estos procedimientos pueden ser ahora largos, lo que ralentiza la introducción de productos innovadores y representa una carga significativa, especialmente para las pymes y las empresas emergentes (Comisión Europea, 2023a).

VI. Crear una estructura de gobernanza armonizada

Para superar las limitaciones de los actuales esfuerzos fragmentados entre los Estados miembros, se busca garantizar una mejor coordinación y colaboración en el fomento de la producción de tecnologías netas cero. Para ello, se propone la creación de la Plataforma Europea de Cero Emisiones Netas. Esta Plataforma compuesta por los Estados miembros y presidida por la Comisión facilitará el intercambio de información y buenas prácticas entre las partes interesadas en acciones relacionadas con la autorización, incluidos puntos de contacto únicos, de proyectos estratégicos, la coordinación de los obstáculos y las necesidades financieras a escala de la Unión, el acceso a los mercados, el asesoramiento en el trabajo de las academias de competencias especializadas y en el desarrollo de entornos de pruebas regulatorias.

VII. Crear un marco de seguimiento uniforme

Finalmente, un área esencial es monitorizar y evaluar el progreso hacia el objetivo final de liderazgo de la industria europea de cero emisiones netas. La Plataforma Europea de Cero Emisiones Netas ha sido la entidad encargada de llevar a cabo este marco de seguimiento que debe permitir identificar en qué situación se posicionaba la Unión Europea y diseñar más acuradamente las acciones de políticas gubernamentales necesarias que permitan minimizar posibles cuellos de botella en la transición a la neutralidad climática. En particular, los Estados miembros recogerán y comunicarán a la Comisión cada tres años datos sobre una serie de ítems, entre ellos, el comercio de tecnologías de emisiones netas cero, la evolución de las tecnologías limpias y las tendencias del mercado, así como sus precios de mercado, datos sobre personas ocupadas en tecnologías limpias y habilidades requeridas, información relacionada con los procesos de concesión de permisos, el número y la naturaleza de los entornos regulatorios y a cantidad de CO₂ almacenado permanentemente bajo tierra.

4. RETOS DE LA NUEVA INDUSTRIA VERDE

Aunque la Ley sobre la industria de cero emisiones netas es un instrumento novedoso y ha experimentado algunas modificaciones tras las negociaciones entre el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, las voces del sector continúan siendo críticas respecto a la capacidad que presenta el nuevo reglamento en formular una respuesta constructiva al retorno de la política industrial. A continuación, se revisa la literatura existente para ahondar en las principales fortalezas y debilidades del nuevo paquete legislativo (Kleimann *et al.*, 2023a; Jones, 2023; Redeker, 2024; Tagliapietra *et al.*, 2023).

4.1. CARENCIA DE UN ENFOQUE ESTRATÉGICO SÓLIDO

Una de las principales críticas de la nueva Ley es la falta de un enfoque estratégico claro. Si bien la Ley establece acelerar el desarrollo y la producción de tecnologías netas cero para aumentar la competitividad y resiliencia de la base industrial verde a través de un objetivo nacional de capacidad de fabricación y de una extensa lista de tecnologías clave para 2030, los expertos coinciden en que a la Unión Europea le falta capacidad analítica para abordar qué tecnologías y sectores muestran ya una ventaja competitiva respecto a aquellos que carecen de una base industrial competitiva y, por consiguiente, deben tener una prioridad sobre el objetivo de un despliegue rápido y económico (Redeker, 2024). Las nuevas negociaciones no han avanzado en esta dirección; al contrario, han incorporado a la lista más tecnologías.

Tal y como menciona la OCDE, la transición a la neutralidad climática requiere reducciones de costes en las tecnologías limpias existentes para permitir un rápido despliegue a gran escala, así como el desarrollo de tecnologías emergentes como el hidrógeno (Cervantes *et al.*, 2023). La nueva lista de tecnologías progresa en este rumbo, ya que aporta un enfoque neutral y abierto a todas las tecnologías actuales y futuras que

contribuyan a abordar el desafío de las emisiones netas cero. No obstante, la gran preocupación radica en que una estrategia industrial que intenta abordar todos los frentes tecnológicos probablemente no logre mucho en esta dirección, de modo que es necesario identificar previamente qué parte de la carrera mundial por la tecnología verde se quiere liderar. Cabe la pena mencionar que, a diferencia de otras propuestas legislativas, como la reforma del diseño del mercado eléctrico, la Comisión no llevó a cabo ninguna evaluación de impacto *ex ante* ni consulta pública como viene siendo habitual. El análisis de la Comisión y las pruebas que lo respaldan se presentaron en un documento de trabajo en el que se analizan las necesidades de inversión y las opciones de financiación (Comisión Europea, 2023b).

Asimismo, la comunidad científica es crítica con el objetivo *ad hoc* del 40% y sugiere eliminarlo para reemplazarlo con indicadores clave de desempeño que capturen los efectos de tendencia y resiliencia de la inversión en tecnologías limpias. Taplipietra *et al.* (2023) y Kleimann *et al.* (2023a) inciden en que el objetivo del 40% de fabricación nacional envía una señal proteccionista y advierten que es un objetivo mal definido, ya que no refleja correctamente las diferencias en la capacidad de fabricación de tecnologías limpias en Europa. También manifiestan que no existe ninguna evaluación de impacto previa que justifique la adopción de este porcentaje.

Siguiendo con el objetivo del 40%, otro de los puntos flacos identificados es que la Ley sigue sin concretar las contribuciones nacionales para alcanzar dicho objetivo global. En esta línea, Jones (2023) y Meeus *et al.* (2023) insisten en que no se ha definido la distribución de estos objetivos ni cómo se distribuirán los esfuerzos entre los distintos Estados miembros. La viabilidad de estos objetivos de fabricación para diversas tecnologías y materiales a los que se dirigen aún no está clara. Para algunos Estados podrían ser alcanzables con relativa facilidad, mientras que para otros podría resultar muy difícil, ya que el ritmo actual de innovación es insuficiente para alcanzar los objetivos de neutralidad de carbono. Tan solo hay que acudir al *European Innovation Scoreboard*⁶, informe anual que desde el año 2000 viene publicando la Unión Europea, para observar que el enfoque de armonización del mercado único que insta la Ley queda lejos ante la elevada heterogeneidad en términos de capacidad de innovación y tecnología. Por ejemplo, algunos de los países, como Dinamarca, Suecia y Finlandia, son los que más mejoran sus sistemas de innovación, mientras que otros se están quedando rezagados en este campo.

Finalmente, cabe la pena mencionar que la nueva Ley propone otras áreas de interés, como los espacios de prueba controlados y la agenda de habilidades y capacidades en cero emisiones netas, pero sin detalles de su implementación ni el desarrollo de una estrategia concreta, limitándose únicamente a coordinar iniciativas como las Academias y la Plataforma Europea de Cero Emisiones Netas.

6. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en

4.2. INSTRUMENTOS DE IMPACTO LIMITADO

La Comisión ha propuesto un objetivo ambicioso de producción de tecnologías limpias en la Unión Europea, pero escasos instrumentos sustanciales para conseguirlo. La concesión de permisos es uno de los capítulos clave de la Ley. De hecho, es la primera vez que la Unión Europea crea un marco regulatorio que amplía la concesión de permisos en todos los Estados miembros y cubre todo el proceso de concesión de permisos. Así pues, la gran apuesta del nuevo reglamento es la agilización de los procesos de autorización. La eficiencia administrativa es ciertamente loable, en concreto, para el despliegue de energías renovables donde existen largos procesos con los permisos y autorizaciones. En cambio, la concesión de permisos no ha sido destacada como uno de los obstáculos clave para el avance de la fabricación en tecnologías limpias en Europa (Tagliapietra *et al.*, 2023). Cuando se trata de proyectos de fabricación, la evidencia empírica muestra que la principal barrera que enfrenta la transición a las energías limpias es la elevada dependencia de la trayectoria en la elección de las empresas entre innovación limpia y contaminante (Aghion *et al.*, 2006; Noailly y Smeets, 2015). En otras palabras, se observa que las empresas que han acumulado un gran *stock* de patentes contaminantes tienen más probabilidades de seguir innovando en patentes contaminantes. Mientras que las empresas que han acumulado un *stock* de patentes verdes tienen más probabilidades de innovar en tecnologías verdes. De modo que reducir los cuellos de botella relacionados con los aspectos más administrativos y burocráticos suscita ciertas incógnitas sobre el potencial impacto final en el desarrollo de la industria verde. En este contexto, la literatura en innovación sostiene que la neutralidad de carbono es un proceso impulsado por la tecnología y que una acción de política adecuada —en forma de subsidios a la innovación verde e impuestos sobre el carbono— puede ser efectiva para redirigir la tecnología a fin de evitar desastres medioambientales (Acemoglu *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2022). Así pues, siguen existiendo grandes dudas acerca de la aceleración de los procedimientos administrativos y de permisos como instrumento que aporte un impulso revulsivo a la inversión en tecnologías limpias en Europa.

Más allá de la simplificación regulatoria, otro instrumento clave que se fomenta es la contratación pública. Tal y como apuntan Sapir *et al.* (2022), dado que la contratación pública constituye aproximadamente el 14% del PIB de la Unión Europea, esta podría servir como una palanca significativa para impulsar la transición hacia la sostenibilidad. Sin embargo, ha sido infrutilizada a consecuencia de las distintas barreras para su aplicación. En la nueva propuesta tras las negociaciones entre los Estados miembros y el Parlamento Europeo parece que se avanza en el fomento de este instrumento y se establecen nuevas reglas obligatorias sobre contratación pública para cambiar la forma en que las autoridades adquieren bienes, obras y servicios relacionados con tecnologías sostenibles. Si bien hasta el momento el principal criterio para seleccionar la oferta ha sido la más económica, se han introducido criterios de mejora no relacionados con los precios para promover a los productores de la Unión Europea o incluso prohibir o desalentar las importaciones de China. Ahora las autoridades deberán tener en cuenta la contribución a la sostenibilidad ambiental y a la resiliencia social. Este último se aplicará si existe una dependencia de un tercer país de más del 50% para una tecnología

neta cero específica (o para sus componentes). Sin embargo, cuando la aplicación de la contribución a la resiliencia y la sostenibilidad dé como resultado una diferencia de costes desproporcionada o si no se presentan ofertas adecuadas, las autoridades no podrán aplicar estos criterios. A pesar de las potenciales mejoras, Redeker (2024) recuerda que antes de la implementación de la nueva ley, los Estados miembros ya tenían la posibilidad de incorporar criterios ambientales o sociales más estrictos en los sistemas de contratación pública⁷, si bien estos criterios han sido poco utilizados en la práctica. Asimismo, Europa está rezagada en ciertas tecnologías limpias, de modo que sigue siendo considerablemente más cara que en Asia; por lo tanto, dichos criterios pueden encarecer la compra de tecnologías verdes o incluso es poco probable que se apliquen debido a la excepción de costes desproporcionados.

4.3. CONSTRUCCIÓN DE UN MARCO DE GOBERNANZA SÓLIDO

Una de las cuestiones más complejas de resolver es la definición de un modelo de gobernanza que permita una coordinación eficaz entre las diversas partes interesadas, áreas de gobernanza de políticas, instrumentos y proyectos para asegurar la implementación efectiva de una verdadera política industrial verde. Destacados centros de excelencia en el debate independiente y el intercambio de conocimientos coinciden señalando que en este ámbito queda prácticamente mucho por hacer, dado que la Ley carece de dicha estructura de gobernanza (Meeus *et al.*, 2023; Tagliapietra *et al.*, 2023; Kleimann *et al.*, 2023a). Los analistas destacan la coordinación entre Estados miembros como un desafío clave para el desarrollo de una gobernanza sólida europea y la exitosa implementación de la política industrial verde (Pisani-Ferry *et al.*, 2023). De hecho, los expertos se muestran un tanto preocupados, ya que parece no existir ningún mecanismo para comprobar la selección de proyectos estratégicos idóneos por parte de los Estados miembros con respecto a su impacto en el cumplimiento de los objetivos climáticos o de resiliencia.

En la Unión Europea conviven una multitud de iniciativas de política industrial verde definidas por los Estados miembros, a menudo poco coordinadas y con riesgo de fragmentar el mercado único de la Unión Europea (Criscuolo *et al.*, 2023). La existencia de un grado significativo de heterogeneidad entre países se enfrenta al gran reto de la política industrial verde que exige de una doble coordinación. Por un lado, coordinación geográfica entre varios niveles —regional, nacional y de la Unión Europea—, y, por otro lado, coordinación entre las diferentes competencias políticas —comercio, competencia, normas del mercado único, energía, clima, innovación, la política de desarrollo regional, etc.— (Veugelers *et al.*, 2024). Para ello, las voces del sector coinciden en que la Unión Europea debería asumir un papel más activo en la coordinación de las políticas industriales, dado que la mayoría de estas siguen siendo principalmente competencia nacional. Si bien la Ley menciona la futura creación de la Plataforma Europa de Cero Emisiones Netas como herramienta de gobernanza armonizada, parece ser

7. Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014L0024>

insuficiente ante este desafío. De hecho, la Plataforma es concebida más como un fórum o espacio de intercambios de buenas prácticas que como una entidad capaz de coordinar el desarrollo de una efectiva política industrial verde a nivel de la Unión Europea (Kleimann *et al.*, 2023a; Tagliapietra *et al.*, 2023).

4.4. AUSENCIA DE ESTRATEGIA DE FINANCIACIÓN A NIVEL DE LA UNIÓN EUROPEA

Otra de las grandes críticas ha sido que la Ley sobre la industria de cero emisiones netas carece de un instrumento de financiación sólido a nivel de la Unión Europea. La idea de crear un Fondo de Soberanía Europeo parecía posicionarse como la pieza clave financiera para respaldar las ambiciones de la política industrial verde. Sin embargo, esta propuesta no ha fructificado. Como alternativa, se ha propuesto la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP)⁸, pero principalmente se centra en reorganizar los fondos existentes. En concreto, esta plataforma será la encargada de movilizar los fondos para apoyar tres tecnologías críticas —digital, limpia y biotecnología— hacia la neutralidad climática en el marco de los programas y fondos existentes de la Unión Europea, como los fondos de la política de cohesión, InvestEU, Horizonte Europa, el Fondo Europeo de Defensa, el Fondo de Innovación y el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. Asimismo, a los proyectos de alta calidad que contribuyan a las tecnologías críticas se prevé concederles una nueva etiqueta con el distintivo de «sello de soberanía». Esta etiqueta permitirá dar mayor visibilidad a dichos proyectos y atraer inversiones públicas y privadas.

En suma, una de las diferencias más acusadas entre la Ley de cero emisiones netas y la IRA es que la propuesta europea es principalmente una racionalización de los instrumentos existentes y no incluye ningún presupuesto adicional específico. Por lo tanto, el apoyo financiero público a las tecnologías limpias estará condicionado principalmente por los presupuestos de los Estados miembros, hecho que pone en peligro la igualdad de condiciones dentro de un contexto de mercado único (Tagliapietra *et al.*, 2023).

5. CONCLUSIONES

El cambio climático exige una nueva era industrial mundial de fabricación de tecnologías de energía limpia. Ante un nuevo contexto caracterizado por un enfoque proteccionista liderado por Estados Unidos con la IRA y el creciente liderazgo de China en tecnologías limpias es obligado crear una visión coordinada europea que revise las políticas industriales verdes.

En el contexto europeo, la Ley sobre la industria de cero emisiones netas se ha planteado como una política robusta que persigue dos ambiciosos objetivos. El primero, que Europa produzca el 40% de sus necesidades anuales de despliegue en tecnologías

8. <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2024/02/07/strategic-technologies-for-europe-platform-provisional-agreement-to-boost-investments-in-critical-technologies/>

de cero emisiones netas para 2030 y, el segundo, que consiga capturar el 15% del valor del mercado mundial de estas tecnologías frente a fuertes competidores. Sin embargo, las medidas propuestas en esta Ley para dar respuesta a estos objetivos, principalmente a través de procesos de concesiones de permisos más rápidos y ágiles, parecen ser insuficientes ante un panorama de políticas industriales nacionalistas y fuentes de financiamiento fragmentadas.

Así pues, uno de los puntos más críticos y de mayor importancia es el desarrollo de una estrategia más amplia y coordinada de política industrial verde de la Unión Europea. Para ello, es vital reducir obstáculos enquistados en el seno europeo y mejorar su gobernanza. Entre las áreas prioritarias que los gobiernos deben desbloquear para aprovechar todo el potencial de las tecnologías limpias se posiciona el desarrollo de nuevos instrumentos europeos para la financiación común, la inversión en I+D+i para crear un verdadero ecosistema innovador que permita ubicar a Europa en una posición favorable en la carrera tecnológica mundial. Y, por último, y no por ello menos importante, otra de las áreas en las que realmente Europa va a tener que seguir trabajando intensamente en los próximos años tiene que ver con la adecuación de su masa laboral a las nuevas exigencias de las tecnologías limpias. La falta de capital humano puede oscurecer el liderazgo de la industria europea en las tecnologías cero emisiones netas. Solo si se avanza en esta dirección se puede construir un futuro más prometedor en Europa donde se mejore la competitividad y el bienestar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acemoglu, D., Aghion, P., Barrage, L., y Hémous, D. (2023): *Green innovation and the transition toward a clean economy*. Peterson Institute for International Economics, Working paper 23-14. <https://www.piie.com/sites/default/files/2023-12/wp23-14.pdf>

Acemoglu, D., Akcigit, U., Hanley, D., y Kerr, W. (2016): «Transition to clean technology». *Journal of political economy*, 124(1), 52-104. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/684511>

Aiginger, K., y Rodrik, D. (2020): «Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century». *Journal of Industry, Competition and Trade*. <https://tinyurl.com/y82ujas5>

Agencia Internacional de la Energía (AIE) (2023): *Energy Technology Perspectives 2023*. IEA, París. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>

Agencia Internacional de la Energía (AIE) (2022): *World Energy Investment 2022*. París. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2022>

Aghion, Philippe, et al. (2023): *Sparking Europe's new industrial revolution-A policy for net zero, growth and resilience*. Bruegel Bruselas. <https://www.bruegel.org/book/sparking-europes-new-industrial-revolution-policy-net-zero-growth-and-resilience>

Attinasi, M. G., Boeckelmann, L., y Meunier, B. (2023): *Unfriendly Friends: Trade and relocation effects of the US inflation reduction act*. CEPR. <https://cepr.org/voxeu/columns/unfriendly-friends-trade-and-relocation-effects-us-inflation-reduction-act>

Cervantes, M., Criscuolo, C., Dechezleprêtre, A., y Pilat, D. (2023): *Driving low-carbon innovations for climate neutrality*. OECD Science, Technology, and Industry Policy Papers 2023/143, Bruselas. <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/8e6ae16b-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F8e6ae16b-en&mimeType=pdf>

Comisión Europea (2023a): *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age*. Bruselas, 1.2.2023 COM(2023) 62 final. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en

Comisión Europea (2023b): *Commission Staff Working Document. Investment needs assessment and funding availabilities to strengthen EU's Net-Zero technology manufacturing capacity*. Bruselas, 23.3.2023 SWD(2023) 68 final . https://single-market-economy.ec.europa.eu/system/files/2023-03/SWD_2023_68_F1_STAFF_WORKING_PAPER_EN_V4_P1_2629849.PDF

Comisión Europea (2023c): *Regulation of the European Parliament and of the Council. On establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act)*. Bruselas, 16.3.2023 COM(2023) 161 final. 2023/0081(COD). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0161>

Consejo de la Unión Europea (2024): *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act)*. Bruselas, 6269/24. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6269-2024-INIT/en/pdf>

Costa-Campi, M. T., y Jové-Llopis, E. (2023): «Marco general de la política energética europea y sus avances hacia la neutralidad climática». *ICE, Revista de Economía*, 932, 35-49. <https://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/7656>

Criscuolo, C., Díaz, L., Lalanne, G., Guillouet, L., van de Put, C. É., Weder, C., y Deutsch, H. Z. (2023): *Quantifying industrial strategies across nine OECD countries*. OECD Science, Technology, and Industry Policy Papers 2023/150, Bruselas. <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/5f2dcc8e-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F5f2dcc8e-en&mimeType=pdf>

Jones, C. (2023): *The Net-Zero Industry Act and the reform of the Green Deal State aid rules: A convincing reaction to the Inflation Reduction Act?* Florence School of Regulation, Policy Brief, 2023/08. <https://hdl.handle.net/1814/75591>

Kleimann, D., Poitiers, N., Sapir, A., Tagliapietra, S., Véron, N., Veugelers, R., y Zettelmeyer, J. (2023a): «Green tech race? The US Inflation Reduction Act and the EU Net Zero Industry Act». *The World Economy*, 46(12), 3420-3434. <https://doi.org/10.1111/twec.13469>

Kleimann, D., Poitiers, N., Sapir, A., Tagliapietra, S., Véron, N., Veugelers, R., y Zettelmeyer, J. (2023b): *How Europe should answer the US Inflation Reduction Act*. Bruegel, Policy Contribution 04/2023, Bruselas. <https://www.bruegel.org/policy-brief/how-europe-should-answer-us-inflation-reduction-act>

Márquez-Sobrino, P., Díaz-Cuevas, P., Pérez-Pérez, B., y Gálvez-Ruiz, D. (2023): «Twenty years of energy policy in Europe: achievement of targets and lessons for the future». *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(8), 2511-2527. <https://doi.org/10.1007/s10098-023-02543-x>

Meeus, L., Conti, I., De Almeida, L., Glachant, JM., Hancher, L., Münchmeyer, M., Piebalgs, A., y Pototschnig, A. (2023): *Energy policy ideas for the next European Commission: from targets to investments*. Florence School of Regulation, Policy Brief, 2023/12. <https://hdl.handle.net/1814/75989>

Moscoso, J. (2023): *European industrial policy: the lessons from NGEU in the new geopolitical framework, «more funds are not enough»*. Elcano Royal Institute. <https://www.realinstitutoelcano.org/en/analyses/european-industrial-policy-the-lessons-from-engeu-in-the-new-geopolitical-framework-more-funds-are-not-enough/>

Pisani-Ferry, J., Tagliapietra, S., y Zachmann, G. (2023): *A new governance framework to safeguard the European Green Deal*. Bruegel, Policy Brief 18/2023, Bruselas. <https://www.bruegel.org/policy-brief/new-governance-framework-safeguard-european-green-deal>

Pollitt, M.G. (2012): «The role of policy in energy transitions: Lessons from the energy liberalisation era». *Energy Policy* 50, 128-137. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.004>

Redeker, N. (2024): *Chasing Shadows: What the Net Zero Industry Act Teaches Us About EU Industrial Policy*. Hertie School Jacques Delors Centre. <https://www.delorscentre.eu/en/publications/detail/publication/chasing-shadows-what-the-net-zero-industry-act-teaches-us-about-eu-industrial-policy>

Sapir, A., Schraepen, T., y Tagliapietra, S. (2022): «Green public procurement: a neglected tool in the European green deal toolbox?». *Intereconomics*, 57(3), 175-178. <https://doi.org/10.1007/s10272-022-1044-7>

Stern, N., y Valero, A. (2021): «Innovation, growth and the transition to net-zero emissions». *Research Policy*, 50(9), 104293. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104293>

Terzi, A., Singh, A., y Sherwood, M. (2022): *Industrial policy for the 21st century: lessons from the past*. Publications Office of the European Union. https://economy-finance.ec.europa.eu/system/files/2022-02/dp157_en_industrial_policy.pdf

Tagliapietra, S., Veugelers, R., y Zettelmeyer, J. (2023): *Rebooting the European Union's Net Zero Industry Act*. Bruegel Policy Brief, 15/2023, Bruselas. <https://www.bruegel.org/policy-brief/rebooting-european-unions-net-zero-industry-act>

Tagliapietra, S., y Veugelers, R. (2021): «Fostering the industrial component of the European Green Deal: key principles and policy options». *Intereconomics*, 56, 305-310. <https://doi.org/10.1007/s10272-021-1006-5>

Veugelers, R., Tagliapietra, S., y Trasi, C. (2024): «Green Industrial Policy in Europe: Past, Present, and Prospects». *Journal of Industry, Competition and Trade*, 24(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s10842-024-00418-5>

Zhang, Z., Hu, G., Mu, X., y Kong, L. (2022): «From low carbon to carbon neutrality: A bibliometric analysis of the *status*, evolution and development trend». *Journal of Environmental Management*, 322, 116087. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116087>

CLAUSURA

TRANSICIÓN JUSTA

ANTONIO BRUFAU

Presidente de Repsol

Resulta fundamental que la regulación y las políticas gubernamentales en Europa apoyen e impulsen la industria competitiva, la que compite en el mercado libre, a nivel internacional, y es más resiliente a los ciclos económicos. Sin la correcta comprensión de su importancia y sin el apoyo de las autoridades europeas se puede perder, bien porque se vea abocada a cerrar o porque tenga que llevarse sus inversiones fuera. Es clave diferenciar entre la industria competitiva y la industria regulada como las redes eléctricas, que opera con seguridad y sin riesgo, y es retribuida por el Estado y pagada por todos los consumidores.

La regulación en Europa debe poner el foco en impulsar la industria que más valor añadido aporte a la economía europea y así mantener la competitividad de nuestra industria.

Debemos llevar a cabo una transición energética que reduzca las emisiones y descarbonice la economía, pero de manera ordenada y a un ritmo que permita mantener la fortaleza de la industria europea, asegurando el suministro energético y unos costes de la energía asequibles.

Tenemos que avanzar en estrategias energéticas que posibiliten que Europa tenga un papel industrial relevante en el contexto mundial. Corremos el riesgo de que el liderazgo industrial tecnológico se focalice entre Estados Unidos y China. Europa necesita acertar con su regulación y política industrial. Europa tiene grandes capacidades tecnológicas, pero no hacemos de ellas una palanca para competir con el resto del mundo.

Defendemos que la transición justa es aquella que permite mantener el empleo de calidad actual, especialmente el empleo industrial, y la que genera nuevas cadenas de valor y tiene también en cuenta la necesidad de fortalecer la autonomía estratégica de la región y del país.

El gran desafío que tenemos, no lo olvidemos, es transformar nuestra industria para alcanzar la neutralidad climática en 2050 sin dejar de aportar a la sociedad la energía que necesita, de manera segura y a un coste aceptable.

Se trata de transformar el tejido industrial aprovechando al máximo los activos y capacidades actuales de las empresas energéticas. Para ello será imprescindible apostar por la innovación y la capacidad de transformación de las empresas para descarbonizarse, en lugar de simplemente anunciar el cierre de determinadas actividades o activos.

En este siglo en Europa hemos reducido las emisiones en un 32%. Sin embargo, hay estudios que muestran que hasta dos tercios de esta reducción se ha debido a la deslocalización de la producción a otras regiones del mundo, destruyendo industrias y empleo, sin beneficios globales de reducción de emisiones.

La industria es un motor esencial de innovación, crecimiento económico y empleo de calidad, y ha sido siempre una de las piedras angulares de la prosperidad económica en Europa. Aunque contemos con una base industrial fuerte pero menguante, los Estados miembros, las instituciones de la UE y, lo más importante, la propia industria han de hacer todo lo posible para mantener y reforzar el liderazgo industrial de Europa en la era de la globalización, marcada por los retos que plantea la sostenibilidad y la rapidez con que se producen los cambios tecnológicos.

Repsol tiene cinco refinerías en España y tres centros petroquímicos en la Península Ibérica, que generan empleo de calidad. Próximamente se inaugurará nuestra planta de biocombustibles avanzados en Cartagena, que ha supuesto una inversión de más de 250 millones de euros, sin subvenciones, y que reducirá las emisiones de CO₂ equivalentes al consumo de combustible convencional de más de 430.000 conductores españoles durante un año. Necesitamos electrones renovables, sí, pero también moléculas, hidrógeno, biogás y combustibles renovables.

Si queremos ser competitivos como país tenemos que considerar a la industria como imprescindible en la transición energética. España cuenta con capacidades diferenciadoras dentro de Europa para ser un importante polo de descarbonización, pero es imprescindible que para aprovechar esta oportunidad las Administraciones e instituciones públicas actúen de forma sostenida y a largo plazo como catalizador del cambio con incentivos y ayudas suficientes y ágiles y sean instrumento para la generación de inversiones bajo un entorno regulatorio estable y competitivo.

La UE debe priorizar sus políticas industriales y de competitividad a largo plazo y garantizar condiciones equitativas para las empresas que les permitan competir de manera justa tanto dentro de Europa como en el escenario mundial. Para ello, es clave promover un marco regulatorio coherente, predecible y simplificado.

COMPROMISO Y DESEO

JORDI HEREU

Ministro de Industria y Turismo, Gobierno de España

Muchas gracias por la invitación, es un honor estar aquí hoy en La Pedrera. Para mí es un placer utilizar este magnífico edificio, esta joya de la arquitectura, a la que hoy asisto con responsabilidades en dos áreas, industria y turismo.

Me gusta recordar siempre que este edificio, La Pedrera, con esta arquitectura universal que nos proyecta al mundo, está también muy relacionada con otro pilar fundamental como es la industria. Estos edificios de la arquitectura del Ensanche tenían como fuerza subyacente la industria que residía en el Poblenou o la industria que estaba presente en muchos otros lugares de Barcelona, hoy en día el área y región Metropolitana. La Pedrera es, sin duda alguna, un espacio único.

La industria del Poblenou estaba ubicada allí porque había un gran activo, del que estos días y semanas vivimos su carencia, y que nos recuerda que es un recurso limitado, el agua. El agua es un recurso en sí mismo y, al mismo tiempo, una fuente de energía. Por eso me parece que este es un lugar idóneo para celebrar el duodécimo Simposio de Funseam, porque tanto el agua como la arquitectura, la industria y la energía confluyen en este espacio.

Quiero expresar que el tema de debate propuesto: la industria competitiva y sostenible, resulta fundamental para el ministerio que lidero. De lo que aquí hablemos hoy saldrán ideas determinantes para la estrategia que debemos definir entre todos, el sector público y el privado, para afrontar los grandes retos de la industria.

Tengo el encargo del presidente del Gobierno de aumentar el peso de la industria en la economía española. Esta es la tarea fundamental que he recibido, el impulsar procesos de reindustrialización en aquellos lugares de España que lo requieren, al tiempo que el de impulsar la propia industria naciente en otros. Este es un mandato y también un objetivo a conseguir, por muchas razones: por las lecciones aprendidas de la crisis del año 2008, por lo que vivimos los meses de la pandemia, pero también por la distorsión existente en muchas cadenas globales en la actualidad.

Después de 30 años de un proceso de globalización sin precedentes que nos ha acercado al resto de países del mundo, donde se maximizaba el factor de competitividad, ahora llegan otras reflexiones como la autonomía estratégica. Decisiones como dónde producimos, de quién queremos o no depender, van ganando protagonismo. Estos factores han generado una nueva prioridad, que no es solo defender, sino también desarrollar nuestro propio tejido industrial. La capacidad manufacturera que tengamos en ámbitos que consideremos estratégicos deben valorarse no solo en términos internos, sino, como mínimo, a escala europea. Quiero remarcar que esta es una gran prioridad del Ministerio de Industria y Turismo y del propio Gobierno de España.

Como ha expresado en varias ocasiones la vicepresidenta tercera, otro encargo fundamental que tenemos como Gobierno es el compromiso con la lucha contra el cambio climático. Un deber que es prioritario para España y que se ha demostrado con la firma de acuerdos internacionales y otros pactos. España ha liderado esta apuesta y lo seguirá haciendo.

Tenemos dos grandes retos por delante: industrializar y, al mismo tiempo, garantizar una transición verde y responsable con el medio ambiente. Precisamente, en encuentros como este recuerdo mi paso por la Fundación Fórum Ambiental y lo importante que es insistir en foros donde confluyen el sector público con empresas y sectores académicos, la alta significación que tiene dar un enfoque ambiental a la economía. Es un reto difícil, lo sé, pero lo podemos conseguir. Por eso os pido colaboración, os pido creer en este proyecto. Debemos ser capaces de hacer compatible el desarrollo industrial con la lucha contra el cambio climático, cumpliendo poco a poco objetivos que son básicos para construir un futuro mejor.

Es evidente que el cambio climático nos afecta en muchos aspectos, pero permítanme hacer un apunte como ministro de Turismo y es que, si bien el sector del turismo históricamente había estado alejado de la reflexión sobre el tema, esto ahora ha cambiado radicalmente. Lo podemos ver en las novedades que se producen en la estacionalidad, en cómo están variando las nuevas geografías del turismo y en muchas otras tendencias. Por tanto, tenemos ya pruebas suficientes de la importancia que tiene afrontar este reto fundamental. Lo estamos viendo, por ejemplo, con la actual emergencia en la provisión de agua en Cataluña. De nuevo, retos que solo a través de la innovación, de la tecnología y a escala europea podremos afrontar. En este sentido, es necesario vertebrar una estrategia europea integradora.

La economía española se sigue basando en nuestra capacidad de exportación de elementos como el turismo, pero debe ganar protagonismo la variable inversión, puesto que se antoja fundamental para el desarrollo de nuestro país en términos cuantitativos y cualitativos. La transición en ciernes requiere de un fuerte compromiso inversor por parte de todos los agentes involucrados. Solo será a partir de la inversión pública, con el impulso de los fondos europeos, en confluencia con la financiación privada, cuando podremos hablar de una verdadera transición, de un verdadero cambio de paradigma económico. La transición exige muchos esfuerzos y mucha inversión y es evidente que

desde el Ministerio de Industria y Turismo trabajaremos para poder generar los factores de competitividad que animen la inversión en la transformación y en la transición energética y ecológica de nuestra industria. Las palabras deben acompañarse de inversión, ese es nuestro compromiso.

Las distintas mesas redondas de la jornada de hoy han podido analizar el desafío que tiene por delante la industria de Europa para avanzar hacia la sostenibilidad, tanto desde el punto de vista del desarrollo de las tecnologías limpias, como del análisis y propuesta de nuevas normativas a nivel europeo para impulsar una nueva industria de cero emisiones netas. Todo ello, en el marco de la nueva estrategia europea para avanzar hacia un nuevo modelo económico que garantice nuestra competitividad a nivel internacional, que camine hacia la sostenibilidad y hacia la autonomía estratégica abierta.

El sector industrial español está inmerso en una de las mayores transformaciones de su historia. Esto puede llevarnos a la tentación de pensar que a uno siempre le toca vivir momentos trascendentales, pero en este caso es cierto que nos encontramos ante una verdadera acumulación de momentos históricos que no habíamos conocido anteriormente. Con las decisiones del hoy nos jugamos las decisiones del mañana.

Son dos los grandes retos fundamentales que tenemos por delante para asegurar el futuro de nuestra industria y nuestro futuro como país: la transición digital y la transición ecológica.

La primera de ellas, lo que hemos denominado Cuarta Revolución Industrial, está llamada a transformar todos los parámetros conocidos, generando un entorno en el que los sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperen entre sí, de manera flexible y mediante la aplicación de nuevas tecnologías como la robótica, la inteligencia artificial o el internet de las cosas. Una nueva revolución industrial que ya está teniendo un claro impacto en los sistemas de producción y en la eficiencia de nuestras empresas, en la que la Unión Europea y, por supuesto, España quieren asumir un papel de liderazgo.

A este reto tecnológico se suma el de la transición energética, claramente afectada por la situación geopolítica mundial. La crisis de la COVID-19 supuso un punto de inflexión para repensar nuestro modelo de crecimiento y nuestra autonomía estratégica, incluso en lo referente a los suministros básicos. Esta necesidad de autonomía estratégica se puso de manifiesto, si cabe aún más, a raíz de la invasión de Ucrania y del nuevo escenario geopolítico consecuente.

Este escenario ha provocado que en los últimos tiempos la energía haya pasado a ocupar un lugar cada vez más destacado en el debate sobre la competitividad industrial. Llevo más de 100 entrevistas con todos los sectores industriales y en todas las conversaciones sobre el papel de la industria siempre emerge la cuestión energética, porque disponer de un suministro energético seguro y a un coste asumible es fundamental para nuestro tejido productivo. Ante tal escenario, ¿cómo estamos afrontando la situación a nivel europeo? ¿Y en España? ¿Hacia dónde queremos ir?

Ante estos desafíos y, en el contexto actual, la Unión Europea está haciendo una clara apuesta por acelerar la transformación energética a través de un plan Industrial: el Pacto Verde. Un paquete de medidas cuyo objetivo es situar a la Unión Europea como líder de la transición ecológica. Con medidas para incentivar la inversión en las tecnologías de cero emisiones netas que, además, nos ayudarán a mejorar nuestra competitividad a la par que nos garantizarán la autonomía estratégica. Para alcanzarla, tenemos que transformar y fortalecer nuestra industria para hacerla más productiva y más competitiva y, al mismo tiempo, aprovechar la oportunidad que supone esta transición para impulsar el desarrollo tecnológico de nuestras industrias.

Lo que acabo de apuntar debe hacerse sin olvidar en ningún caso las medidas para ayudar a las empresas en este proceso, especialmente en el caso de la industria electrointensiva, apoyando desde la inversión pública aquellos proyectos industriales que hagan posible la reducción de emisiones y la neutralidad climática, tal y como hacemos, por ejemplo, a través de los PERTES que tenemos actualmente en marcha. Sin duda, en este impulso para avanzar hacia el liderazgo europeo en la transición energética, España está realizando una gran aportación, como se ha puesto de manifiesto durante el semestre de la presidencia española del Consejo de la Unión Europea. Un trabajo que ha hecho posible alcanzar una posición común sobre la *Net Zero Industry Act* y el acuerdo sobre el reglamento de materias primas críticas.

Ese reglamento para favorecer las tecnologías cero emisiones netas representa, junto con la ley de materias primas críticas y la ley de chips, un claro mensaje de la Unión Europea para desarrollar una capacidad industrial propia en estos ámbitos, absolutamente estratégicos, y hacer frente a la competencia desleal que se da, en algunos casos, en el contexto internacional. Para ello, el nuevo reglamento incorpora incentivos para el desarrollo de esta industria y también para mejorar la competitividad europea en el sector, con el objetivo de incrementar y atraer más inversiones. Para conseguirlo ofrece más seguridad a las inversiones en tecnologías limpias, agilizando trámites administrativos y facilitando el acceso a los mercados, además de fomentar la demanda y la innovación para estos proyectos, así como un mejor acceso a financiación. Con todo ello queremos aumentar los niveles de producción de las tecnologías verdes del futuro en Europa y que el despliegue de las tecnologías cero emisiones aseguren nuestra capacidad y competitividad industrial en el futuro, además de ayudarnos en la transición hacia la neutralidad climática. En tal sentido, quiero señalar que, a nivel personal, fue una gran satisfacción que pudiéramos adoptar una posición común sobre el reglamento de la industria de cero emisiones netas durante la última sesión del Consejo de Competitividad, que tuve el honor de presidir en Bruselas el pasado mes de diciembre de 2023. Confío en que durante la presidencia belga pueda alcanzarse el acuerdo final con el Parlamento Europeo, para que este reglamento se adopte lo antes posible.

Desde el Gobierno de España estamos plenamente alineados con los objetivos de descarbonización de la Unión Europea para el 2030 y con el objetivo de neutralidad climática en el 2050. Estamos firmemente comprometidos con promover la eficiencia industrial y el aumento de la autonomía estratégica de nuestro tejido productivo, porque

con una industria más descarbonizada no solamente nos estamos acercando a esos objetivos climáticos, sino que también estamos reduciendo nuestra dependencia energética y tecnológica exterior. Para avanzar en ambos sentidos tenemos una gran oportunidad que no podemos, ni debemos, dejar escapar.

En primer lugar, tenemos una ventaja importante porque disponemos de una energía renovable competitiva en Europa. Por tanto, el desarrollo de las tecnologías y la industria cero emisiones es una gran oportunidad para que España siga avanzando en la generación de electricidad con esas energías renovables. Con el impacto que esto va a tener para reducir los costes de la energía y facilitar la descarbonización de la industria.

Y, en segundo lugar, a diferencia de la crisis del 2008, hoy la respuesta de Europa está siendo canalizada de forma distinta, porque contamos con recursos a través de los fondos *Next Generation* con los que estamos articulando el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Se trata, sin duda, de una gran oportunidad para avanzar en la reindustrialización y la transformación de nuestro tejido productivo en términos de digitalización, sostenibilidad y resiliencia de nuestra economía. Gracias a estos fondos, que han permitido articular el conjunto de los PERTES en curso, hemos lanzado hace pocas semanas el PERTE de descarbonización industrial, que sin duda va a ser un instrumento de gran utilidad para avanzar en la eficiencia energética y el desarrollo sostenible de nuestra industria. Este PERTE, dotado con 3.170 millones de euros de fondos públicos, tiene previsto movilizar una inversión total de unos 11.000 millones de euros, incluyendo la inversión privada. Una inversión que incrementará en aproximadamente un 10% la competitividad del sector Industrial, creará aproximadamente unos 8.000 empleos cualificados y supondrá una reducción significativa en las emisiones. Por nuestra parte, confiamos en que esta primera convocatoria de la línea 1 del PERTE de Descarbonización Industrial, que cuenta con 500 millones de euros en subvenciones y 500 millones en préstamos, facilite la transición para el uso de energías limpias en nuestra industria. Y estamos satisfechos de la buena acogida que está teniendo este programa entre las empresas, tal y como pone de manifiesto que hasta el pasado viernes ya se hayan presentado más de 100 solicitudes a esta convocatoria. A esta primera convocatoria le seguirá una segunda convocatoria de la línea 1 a lo largo del segundo semestre de este año, con un total de 370 millones en subvenciones y 1000 millones en préstamos, cuyos proyectos podrán ejecutarse más allá del año 2026. Y, además, estamos trabajando también en la línea 4 de este PERTE para la financiación de nuevas instalaciones manufactureras altamente eficientes y descarbonizadas, que estará dotada con 150 millones de euros en subvenciones y 100 millones en préstamos. Todo ello, sin olvidar el apoyo que estamos dando a la industria en general, y a la electrointensiva en particular, para favorecer su competitividad.

Quiero recordar que seguimos apostando por las medidas que ya se establecieron tras la invasión de Ucrania para reducir la factura energética de los hogares y las empresas. Entre ellas, unos tipos reducidos del impuesto sobre la producción de la energía eléctrica y el impuesto especial sobre la electricidad. Y, en particular para la industria electrointensiva, quiero destacar el mantenimiento de la reducción del 80%

en los peajes que soporta esta industria o el incremento de las ayudas para compensaciones por CO₂, con una dotación que será de, al menos, 300 millones en el 2024, lo que supone un incremento del 25% respecto al año 2023.

Todo esto pone de manifiesto el compromiso del gobierno con la transición energética de nuestro sector industrial y el desarrollo de la industria cero emisiones netas, con una mirada claramente puesta en el futuro, pero también atendiendo a las necesidades presentes para avanzar, de la mejor forma posible, en ese camino hacia la neutralidad climática. Este camino en el que estamos inmersos, el de la transición ecológica, necesitamos hacerlo juntos todos los actores y sectores implicados, tanto públicos como privados. Es uno de los principales mensajes que yo quería trasladarles hoy. Estamos ante un desafío de una magnitud sin precedentes, pero contamos con las herramientas y recursos para afrontarlo, no como hasta ahora. España y Europa no solo tienen ante sí la oportunidad de avanzar en la industria cero emisiones netas, sino la oportunidad de liderar esta gran transformación desarrollando tecnologías y capacidades industriales propias y facilitando la transición energética de todo el sector industrial. Por mi parte, voy a poner todo mi empeño en que España esté a la vanguardia de esta transición y quiero expresarles mi disposición a colaborar, a trabajar con todos los sectores para avanzar juntos en la reducción de emisiones. Mi compromiso es que podamos hacerlo de forma dialogada, ordenada y también justa. Les pido que nos acompañen en esta tarea compartida que tenemos por delante, para que esta transición ecológica nos permita asegurar la competitividad de nuestras empresas y seguir avanzando en la protección del medio ambiente.

Por ello, termino agradeciendo a todos los participantes en el acto de hoy sus aportaciones y especialmente a Funseam, por haber organizado este importante Simposio en un espacio como es La Pedrera de Barcelona. Espero que podamos no solo dialogar, sino contrastar opiniones y trabajar conjuntamente. Este es un gran objetivo en el que nos jugamos todos mucho.

