

SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

SIMPOSIO EMPRESARIAL INTERNACIONAL

2022



INCLUYE LIBRO
ELECTRÓNICO
**THOMSON REUTERS
PROVIEW™**

CIVITAS



THOMSON REUTERS

**SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y
COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA**

Simposio Empresarial Internacional 2022

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)

SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

Simposio Empresarial Internacional 2022



SARA AAGESEN	ANTONIO HERNÁNDEZ
ALBERTO AMORES	ELISENDA JOVÉ-LLOPIS
CARLOS AYUSO	RODOLFO LACY
ÓSCAR BARRERO	SOLEDAD NÚÑEZ
JOAN BATALLA-BEJERANO	EMILIO ONTIVEROS
ROSA BAYO ÁLVAREZ	ANA QUELHAS
ANTONIO BRUFAU	CLAUDIO RODRÍGUEZ SUÁREZ
BERTA CABELLO	CARLOS SOLÉ
PATXI CALLEJA	ANDRÉS SUÁREZ FERNÁNDEZ
MARÍA TERESA COSTA-CAMPI	JUAN VERDE
JAVIER FERNÁNDEZ	LUIS M. VIARTOLA LABORDA
FÉLIX GÓMEZ CUENCA	MARÍA VICTORIA ZINGONI

Prólogo

ANTONIO LLARDÉN

Editores

JOSÉ LUIS GARCÍA DELGADO

JUAN CARLOS JIMÉNEZ

JOAN BATALLA-BEJERANO

DÉBORAH PUGACH

(Coordinación)

CIVITAS



THOMSON REUTERS

Primera edición, 2022



THOMSON REUTERS PROVIEW™ eBooks

Incluye versión en digital

El editor no se hace responsable de las opiniones recogidas, comentarios y manifestaciones vertidas por los autores. La presente obra recoge exclusivamente la opinión de su autor como manifestación de su derecho de libertad de expresión.

La Editorial se opone expresamente a que cualquiera de las páginas de esta obra o partes de ella sean utilizadas para la realización de resúmenes de prensa.

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. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 45).

Por tanto, este libro no podrá ser reproducido total o parcialmente, ni transmitirse por procedimientos electrónicos, mecánicos, magnéticos o por sistemas de almacenamiento y recuperación informáticos o cualquier otro medio, quedando prohibidos su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso del ejemplar, sin el permiso previo, por escrito, del titular o titulares del copyright.

Thomson Reuters y el logotipo de Thomson Reuters son marcas de Thomson Reuters

Civitas es una marca de Thomson Reuters (Legal) Limited

© 2022 [Thomson Reuters (Legal) Limited / Funseam]

© Portada: Thomson Reuters (Legal) Limited

Editorial Aranzadi, S.A.U.

Camino de Galar, 15

31190 Cizur Menor (Navarra)

ISBN: 978-84-1125-641-4

DL NA 1869-2022

Printed in Spain. Impreso en España

Fotocomposición: Editorial Aranzadi, S.A.U.

Impresión: Rodona Industria Gráfica, SL

Polígono Agustinos, Calle A, Nave D-11

31013 – Pamplona

*En memoria de Emilio Ontiveros,
incondicional colaborador de Funseam,
maestro siempre generoso,
que no ha alcanzado a ver esta obra impresa.*

ÍNDICE

PRÓLOGO	15
ANTONIO LLARDÉN	

1

PALABRAS DE APERTURA	19
SARA AAGESEN	

INTRODUCCIÓN

2

OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA	25
MARÍA VICTORIA ZINGONI	

1. Introducción	25
2. Sostenibilidad	25
2.1. <i>Las políticas climáticas</i>	25
2.2. <i>Tecnologías</i>	27
3. Economía	28
4. Seguridad de suministro	29
5. Reflexiones finales	30

3

ECONOMÍA VERDE: UNA GRAN OPORTUNIDAD DE NEGOCIO Y PARA CONSTRUIR UN MUNDO MEJOR Y MÁS EQUITATIVO	33
JUAN VERDE	

1. La mayor amenaza	33
2. Un proceso irreversible	36
3. Una encrucijada histórica	38

4

FINANCIACIÓN CLIMÁTICA: COMPROMISOS Y ESTRUCTURACIÓN DESPUÉS DE LA COP26	41
RODOLFO LACY	
1. Introducción	41
2. La dimensión del reto global en la gestión climática	45
3. Un futuro sector de la energía sin contaminación	46
4. Respuesta del sector de la energía en Glasgow	49
5. <i>Resetear</i> al sector financiero es fundamental	50
6. Un precio justo a las emisiones de carbono	51

I. FINANZAS SOSTENIBLES

5

PRESENTACIÓN: FINANZAS SOSTENIBLES	57
ÓSCAR BARRERO	

6

FINANZAS VERDES: UNA PAUSA PARA EL ESCEPTICISMO	61
EMILIO ONTIVEROS	
1. Expansión de las finanzas verdes	61
2. Fuentes de escepticismo	62

7

INSTRUMENTOS PARA FINANCIAR LA TRANSICIÓN HACIA UNA ECONOMÍA DE BAJO CARBONO: LOS BONOS VERDES	65
SOLEDAD NÚÑEZ	
1. Introducción	65
2. Bonos verdes	66
3. Otra deuda sostenible	71
4. Otros aspectos del mercado de Bonos Verdes	72
Referencias bibliográficas	74

II. INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES

8

PRESENTACIÓN: INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES	77
CARLOS SOLÉ	

9

LA NECESIDAD DE INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES	81
LUIS M. VIARTOLA LABORDA	
1. Infraestructuras y resiliencia	81
2. La necesidad de infraestructuras resilientes	88
3. Cómo dotar de resiliencia a una infraestructura	89
Referencias bibliográficas	92

10

INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO	95
ANDRÉS SUÁREZ FERNÁNDEZ	
FÉLIX GÓMEZ CUENCA	
ROSA BAYO ÁLVAREZ	
1. Los hidrocarburos en la transición energética	95
2. Principios de aplicación en la transición energética	98
3. El hidrógeno renovable como vector energético	99
4. Energía química como vector energético: vectores líquidos	102
5. El rol de las infraestructuras logísticas en la transición energética	104
6. Ejemplos de proyectos de Exolum en el sector del hidrógeno renovable	105

11

INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES: LECCIONES APRENDIDAS Y OPORTUNIDADES DE FUTURO	109
CLAUDIO RODRÍGUEZ SUÁREZ	
1. Introducción	109
2. Soluciones holísticas para la gestión del riesgo, hacia una resiliencia “adaptativa”	111
3. El sector de la energía y la resiliencia de sus infraestructuras, una reflexión oportuna	112

III. TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL SECTOR ENERGÉTICO

12

PRESENTACIÓN: TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL SECTOR ENERGÉTICO	117
ANTONIO HERNÁNDEZ	

13

DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO: UNA VISIÓN DESDE EL SECTOR GASISTA	119
JAVIER FERNÁNDEZ	
1. Introducción	119
2. La digitalización del proceso de lectura: <i>Smart meters</i> y telegestión	120
3. La digitalización de activos y procesos en Nedgia	122
4. Conclusiones	124

14

LA DESCARBONIZACIÓN ES UNA APUESTA ESTRATÉGICA	127
PATXI CALLEJA	

IV. SOLUCIONES CIRCULARES PARA LA DESCARBONIZACIÓN

15

PRESENTACIÓN: SOLUCIONES CIRCULARES PARA LA DESCARBONIZACIÓN	133
ALBERTO AMORES	

16

TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA Y RESILIENTE	137
ANA QUELHAS	

17

TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL. TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA Y RESILIENTE	145
BERTA CABELLO	
1. Un plan de transformación integral	145
2. Planes de futuro a 2030 y 2050	146
3. La velocidad como factor clave en el proceso de cambio	147

18

ECONOMÍA CIRCULAR: OPORTUNIDADES Y RETOS PARA LOS PARQUES ENERGÉTICOS	151
CARLOS AYUSO	

NOTAS FINALES

19

OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN	159
JOAN BATALLA-BEJERANO	
MARÍA TERESA COSTA-CAMPI	
ELISENDA JOVÉ-LLOPIS	
1. Introducción	159
2. Cooperación para la innovación: innovación abierta	161
3. La adopción de estrategias de cooperación a nivel de empresa	164
4. Una nueva oportunidad: los fondos europeos <i>NextGenerationEU</i>	168
5. Conclusiones	173
Referencias bibliográficas	174

20

PALABRAS DE CLAUSURA	179
ANTONIO BRUFAU	
1. Contexto energético europeo y español	179
2. Coyuntura geopolítica	180
3. Costes de la transición energética	181
4. Aspectos colaterales de la transición energética	182

PRÓLOGO

ANTONIO LLARDÉN

Presidente de Enagás

Presidente de Funseam

Esta obra reúne las contribuciones al X Simposio Empresarial Internacional de la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (Funseam), celebrado la segunda semana del mes de mayo de 2022. Una edición especial, en la que Funseam ha cumplido diez años fiel a su compromiso con la definición de un nuevo modelo energético. Como siempre, contamos con la participación de destacados expertos del mundo empresarial, institucional y académico para abordar, entre otros temas, el papel de los fondos europeos y la colaboración público-privada en un contexto tan complejo como el actual.

Con la recuperación económica amenazada por múltiples factores, y con el panorama energético mundial en el ojo del huracán, es necesario acelerar la transformación estructural de la economía. Un proceso en el que la Unión Europea aboga por reunir a todos los agentes en torno a proyectos con alto impacto e influencia en la industria y la competitividad y que supone, sin duda, un gran reto para la colaboración entre las Administraciones Públicas y el sector privado.

En nuestro país, el Gobierno de España ha puesto en marcha un ambicioso plan de inversiones y reformas para facilitar la recuperación después de la crisis sociosanitaria. Un plan que va más allá, en cuanto que inicia ese proceso de transformación estructural de la economía, con la mirada puesta en el medio y largo plazo. Este Plan de Recuperación, que prioriza un fuerte impulso para los próximos tres años, plantea una recuperación sostenida en el tiempo apoyada en la sostenibilidad financiera. En este proceso adquieren un papel clave los Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación (PERTE) con los que se gestionarán los fondos europeos. Los fondos *NextGenerationEU* suponen una oportunidad extraordinaria, no solo para contrarrestar el impacto de la pandemia sobre la inversión y la actividad económica, sino también, y, sobre todo, para modernizar nuestro tejido productivo y reinventar nuestra economía.

Es el momento de reactivar la actividad industrial y empresarial reduciendo las emisiones. Para ello, es imprescindible un liderazgo empresarial que permita adaptar nuestro tejido productivo al nuevo escenario y generar las oportunidades económicas que la recuperación y la transición energética exigen. Un proceso de cambio que se ha visto afectado en los últimos meses por la incertidumbre

derivada de, entre otros factores, la escasez de materias primas y las crisis de transporte, que han perturbado la oferta mundial, alargando los plazos de entrega y elevando los precios finales, derivando en tensiones inflacionistas que afectan también a los mercados energéticos.

El convulso contexto económico y geopolítico ha situado al sector energético en el centro de todas las miradas. En cuestión de semanas la invasión a Ucrania removió al mundo entero e hizo plantearse a Europa la necesidad de buscar soluciones para seguir avanzando en la transformación de su modelo energético, así como su capacidad de reacción ante un eventual corte de suministro de gas por parte de Rusia. En la X edición del Simposio Internacional Empresarial Funseam se han analizado y debatido todos estos temas por especialistas en gestión empresarial, en regulación y en el ámbito de la administración pública, y en las páginas que siguen se recogen sus principales aportaciones, que resumiré aquí brevemente.

En el capítulo inicial, María Victoria Zingoni, presidenta del Club Español de la Energía (Enerclub), hace balance de lo ocurrido en el sector energético durante el último año, en el que las empresas y la sociedad en general hemos hecho –y estamos haciendo– todo lo posible por superar los grandes desafíos a los que nos enfrentamos. Este balance incorpora una valoración de los primeros meses de 2022, destacando el impacto en términos humanitarios, económicos y energéticos de la guerra en Ucrania. Un conflicto que ha determinado en gran medida el contexto energético actual, situando a la seguridad de suministro como una prioridad, y con repercusión en otros ámbitos de la sostenibilidad y la economía. Ha vuelto a quedar patente la necesidad de buscar el equilibrio dentro del trilema energético y de que las políticas climáticas vayan unidas a las estrategias para asegurar la seguridad de suministro y la competitividad.

La crítica coyuntura no nos exime de seguir trabajando sin descanso en la descarbonización de la economía y en la implementación de una transición energética justa y al menor coste posible para la sociedad, en la que los recursos financieros van a tener un papel protagonista. De la financiación de la acción climática y su reestructuración tras la COP26 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), celebrada en Glasgow, habla Rodolfo Lacy, director de Acción Climática y Medio Ambiente para América Latina y Enviado Especial de Cambio Climático de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). En sus palabras, todas las políticas encaminadas a un mayor ahorro y eficiencia energética, así como al despliegue de las renovables y la diversificación energética, requerirán un aumento significativo de inversiones, una regulación adecuada y un marco que permita movilizar los recursos públicos y privados.

Con un enfoque económico, Juan Verde, presidente de la Fundación *Advanced Leadership*, se centra en la relevancia de la economía verde y, particularmente, en cómo y por qué la sostenibilidad, además de contribuir a un mundo más equitativo, es una gran oportunidad de negocio e inversión.

La transición energética no puede ni ralentizarse ni postergarse. Por el contrario, hay que seguir avanzando de forma decidida con el desarrollo de políticas

energéticas y medioambientales, planteándolas incluso como palanca de recuperación, como es el caso en Europa.

En la *primera parte* del libro, destacados expertos ponen de manifiesto cómo ese avance hacia una economía baja en carbono permite generar un valor añadido y también cómo el marco de financiación sostenible de la Unión Europea va a ser clave para cumplir con los ambiciosos objetivos climáticos, así como para apoyar una recuperación que reduzca nuestra dependencia energética exterior. Europa necesitará aproximadamente –solo en sistemas energéticos– inversiones adicionales anuales de 350.000 millones de euros durante esta década para cumplir su objetivo de reducción de emisiones en 2030, y esto exigirá involucrar a los mercados financieros.

Estamos en un momento que puede ser un punto de inflexión para conseguir una reactivación económica sostenible y duradera de la mano de los fondos europeos, que servirán para complementar las inversiones privadas y hacer viables proyectos que pongan en valor el tejido energético, tecnológico e industrial. Las empresas podemos impulsar esa transformación del modelo productivo, con la sostenibilidad como eje vertebrador y base del crecimiento, para afrontar la crisis climática y energética.

La *segunda parte* de la obra se centra en el papel de las infraestructuras vinculadas a la energía. La descarbonización de nuestro sistema energético exige que este sea cada vez más flexible y resiliente, para que pueda basarse cada vez más en energías renovables. Para ello, será necesario continuar adaptando las actuales infraestructuras de red, así como su digitalización y el despliegue de herramientas que aporten flexibilidad, como el almacenamiento, para garantizar la seguridad y calidad del suministro.

La transformación digital del sector energético, fundamental para el desarrollo y optimización de procesos y servicios, y para potenciar la innovación en un sector tan indispensable para la sociedad, se aborda en la *tercera parte* del libro. La descarbonización requerirá un amplio abanico de soluciones digitales innovadoras para crear redes inteligentes centradas en energías renovables y que sean capaces de gestionar y mantener servicios asequibles, fiables y sin emisiones de carbono.

Otro aspecto importante es el que se aborda en la *cuarta parte* del libro. Europa se ha marcado como objetivo ser un continente climáticamente neutro en 2050. En el actual contexto energético las soluciones circulares se erigen como herramienta necesaria e imprescindible para el éxito de la transición energética. Los gases renovables son un vector necesario y complementario a la electrificación en el proceso de descarbonización, creando oportunidades en el territorio y fomentando la recuperación y diversificación de la economía.

Cierran el libro unas *notas finales* escritas por Joan Batalla, director general de Funseam, María Teresa Costa, directora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética, y Elisenda Jové, investigadora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética, que ofrecen una perspectiva general sobre la innovación en todos estos proyectos de inversión en un entorno en el que la colaboración público-privada es

clave. Destacan las oportunidades económicas asociadas a la descarbonización: la reducción de nuestra intensidad energética favorece la competitividad de las empresas, al mismo tiempo que puede generar impactos macroeconómicos positivos, como la generación de empleo de calidad.

* * *

Aprovecho también las líneas del prólogo para dar las gracias a todos, autores y participantes: empresarios, académicos y reguladores que siguieron el evento, enriqueciendo con sus exposiciones, preguntas y comentarios las sesiones de esta décima edición del Simposio. Mi más sincero agradecimiento también a los profesores José Luis García Delgado, Juan Carlos Jiménez y Joan Batalla, con la colaboración de Déborah Pugach, por la impecable edición de la obra, un año más.

Este décimo libro de la Colección *Simposios de Funseam* ha sido posible gracias al compromiso y colaboración de las empresas que formamos 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.

PALABRAS DE APERTURA

SARA AAGESEN

*Secretaria de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica
y el Reto Demográfico del Gobierno de España*

Aprecio mucho participar en la inauguración de este décimo Simposio de Funseam, centrado en las oportunidades de la transición energética y también en la importancia de la colaboración público-privada. Un foro que cumple, efectivamente, diez años durante los cuales se han abordado temas de la máxima actualidad en materia energética y en materia de sostenibilidad; temas tan relevantes como la integración de las energías renovables o el papel central que tiene el consumidor ahora en el sistema energético presente y en el que se dibuja para el futuro. Para mí, además, es esta una jornada especial porque el primer evento público en que intervine como Secretaria de Estado de Energía fue en el Simposio de Funseam celebrado en 2020, donde se estudió un tema tan esencial para la transición energética como es el de la eficiencia. Entonces, a principios del año 2020, ninguno de nosotros esperaba los momentos complejos que estamos viviendo, ni que fuéramos golpeados por una pandemia.

Tiempos complejos, en efecto, con cambios profundos a los que se le suma, y acaso más apremiantemente, el reto del cambio climático. Pues el desafío climático se ha visto tensionado por una crisis geopolítica: la invasión de Ucrania por parte de Rusia que ha provocado una crisis de precios de la energía sin precedentes.

Grandes desafíos que obligan a apostar por acelerar la transición energética en nuestro país y a nivel global. Por parte del Gobierno de España, esa es una apuesta absolutamente decidida, poniendo en marcha una política energética focalizada en lo estructural, a modo de agenda repleta de reformas, en sintonía con la creciente conciencia climática que tienen las empresas y la propia sociedad civil ante los riesgos del cambio climático. Una política energética que nos permitirá maximizar las oportunidades de la transición en términos ambientales, en términos sociales y en términos económicos. O, dicho de otro modo, poner en valor la creación de empleos sostenibles y el impulso del crecimiento económico, gracias al efecto tractor de las inversiones verdes, la mayor estabilidad laboral y los menores costes de la energía que mejoran la competitividad de la economía

del país y, por supuesto, la reducción de la dependencia energética, el aumento de la autonomía estratégica. Oportunidades que para España son esenciales, y para ello estamos preparados, tenemos recursos, tenemos cadena de valor, tenemos tejido empresarial industrial, tenemos personal cualificado. El Gobierno siempre lo ha tenido claro: seguir trabajando con ambición en esa política energética y con anticipación, en la medida de lo posible, a pesar de estos momentos de enorme incertidumbre.

Desde el primer momento tenemos encima de la mesa un marco estratégico sobre energía y clima, un marco que dará señales claras; seguridad tanto a inversores como a la propia sociedad civil. Marco estratégico conformado tanto por novedosa normativa legal (Ley de cambio climático y transición energética, Plan nacional integrado de energía y clima...), como por un copioso repertorio de estudios e informes, ofreciendo en su conjunto un definido cuadro regulatorio y numerosas hojas de ruta esenciales para la transición energética (almacenamiento, autoconsumo, hidrógeno renovable...).

Ese es el contexto de la situación que ha recibido el auténtico “balón de oxígeno” que son los fondos europeos, *NextGenerationEU*, proporcionando un presupuesto idóneo para desarrollar todo lo que nos proponemos. Consecuentemente, hemos diseñado un plan de recuperación, transformación y resiliencia en clave verde y en clave digital, haciéndolo coherente con las actuaciones del marco que ya habíamos pergeñado. No hay novedades, de hecho, acerca de cómo y hacia dónde hemos trazado el camino en el Gobierno.

Se trata, en definitiva, de un proyecto país diseñado con mucho mimo, gracias también al conocimiento que hemos extraído de las que denominamos manifestaciones de interés a lo largo de todo el territorio nacional. Hemos lanzado desde el ministerio más de 8 manifestaciones de interés, de las cuales han resultado más de 10.000 aportaciones que han sido decisivas para trazar, para definir los distintos instrumentos que hemos arbitrado en los últimos meses. Quiero destacar, a este respecto, planes totalmente inéditos como el MOVES III, con 800 millones de euros, para el despliegue de la movilidad eléctrica, tan importante en nuestro país. O el programa de autoconsumo de almacenamiento detrás del contador y de agua caliente, sanitaria y calefacción renovable, con 1.320 millones de euros. Planes inéditos, acompañados por otras muchas medidas orientadas a los municipios más pequeños, o también las que tienen que ver con las llamadas comunidades energéticas.

Asimismo, me gustaría destacar que hemos añadido 1.500 millones más a lo anunciado en el lanzamiento del plan de recuperación, 500 para autoconsumo y 1.000 para reforzar la cadena de valor de energías renovables. Porque es crucial la maximización de oportunidades en el curso del avance de la transición energética, pero también que impregne el tejido productivo nacional. De ahí que apoyemos una ley solar, un IPCEI fotovoltaico, y aspiremos a liderarlo en la Unión Europea. Junto a todo ello, claro está, el PERTE, Proyecto Estratégico asociado a la transición energética, en este caso energías renovables, almacenamiento e hidrógeno renovable para perseguir la autonomía estratégica y tecnológica, y para incidir en aspectos más innovadores, con objetivos básicos muy bien definidos: consolidar

nuestra cadena de valor, aprovechar el potencial humano y generar empleo de calidad en nuestro país y reforzar el liderazgo y la competitividad exterior.

Movilizaremos aproximadamente, en suma, 16.000 millones de euros entre fondos públicos y fondos privados, y confiamos en que se podrán conseguir hasta 280.000 empleos en actividades nucleadas en esos ejes centrales de la transición energética que son las renovables, el almacenamiento y el hidrógeno renovable.

En fin, también destacaré que en España hemos ideado un marco de finanzas sostenibles que facilitará concentrar las actuaciones en el contexto 100% verde, gracias a la Ley de cambio climático y transición energética (programa de bonos verdes), y próximamente con el Plan de acción nacional de finanzas sostenibles.

En definitiva, me gustaría transmitir la convicción de que España está bien posicionada, que está preparada y que entre todos podemos maximizar el gran repertorio de oportunidades que tenemos por delante: el gran reto de la transición energética, que requiere políticas ambiciosas, pero también una visión ambiciosa por parte de la sociedad civil (en España la tenemos, nuestra sociedad civil está muy concienciada), y que requiere, por supuesto, colaboración público-privada, uno de los temas esenciales que aquí van a ser tratados.

Seguir trabajando en Funseam, no solo diez años sino muchos años más, será también imprescindible para conseguir el mayor de los éxitos.

INTRODUCCIÓN

OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

MARÍA VICTORIA ZINGONI

Presidenta del Club Español de la Energía

1. INTRODUCCIÓN

Desde Enerclub solemos contribuir al Simposio Funseam con un balance del estado actual del sector energético, con base en lo ocurrido en el último año. En esta ocasión, realizaremos este ejercicio teniendo en cuenta también los primeros meses de 2022, especialmente en lo referido a la ofensiva militar que comenzó en febrero por parte de Rusia en Ucrania, y que está teniendo un tremendo impacto en términos humanitarios, económicos y también energéticos.

Desde luego, este conflicto es clave para entender el contexto energético actual. Pero también es necesario hacer referencia a otros asuntos acontecidos en este período, que pueden agruparse en torno a tres grandes bloques: la sostenibilidad, la economía y la seguridad de suministro.

Estos principios han marcado la política energética europea desde 2007, y, tras unos años en los que algunos piensan que han estado descompensados, ahora los tres están manifestando su absoluta vigencia.

2. SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad y la transición energética, primero con la pandemia y luego con el conflicto bélico, se han acelerado más que nunca, especialmente en Europa.

2.1. LAS POLÍTICAS CLIMÁTICAS

a) Políticas internacionales

Enero de 2021 comenzaba con la firma de la solicitud de nueva adhesión de Estados Unidos al Acuerdo de París. Tan solo unos meses después, el presidente Biden hospedaba una Cumbre Climática que preparaba el terreno para la COP 26 de Glasgow.

La Conferencia de las Partes, celebrada en octubre, arrancaba con la constatación de que la temperatura del planeta ya había aumentado 1,2 °C desde la era preindustrial, como anunciaba el IPCC en agosto¹. También era conocido que los planes nacionales de descarbonización (NDCs) puestos sobre la mesa eran insuficientes para el logro de los objetivos.

Entre otros aspectos destacables, en Glasgow² se reafirmó la necesidad de no sobrepasar 1.5 °C. Se acordó acelerar los esfuerzos hacia la reducción progresiva (“*phasedown*”) de la generación con carbón, y se cerraron los elementos pendientes del artículo 6 del Acuerdo de París².

Se firmaron importantes alianzas sectoriales y relevantes compromisos, como aquellos destinados a financiar la mitigación del cambio climático o a reducir las emisiones de metano. Y, desde el punto de vista político, el anuncio de una mayor ambición por parte de países como India, Japón o Reino Unido, o el acuerdo entre China y Estados Unidos, fueron muy positivos.

La COP 26 destacó también por la importante participación de la sociedad civil y de empresas e instituciones, participación muy superior a la de años anteriores.

Según las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía³, con todos los compromisos anunciados en Glasgow la temperatura global del planeta aumentaría en 1,8 °C, destacándose también la importancia de reducir el “*implementation gap*”.

b) Políticas europeas

Por su parte, la Unión Europea ha continuado liderando este proceso de transición, aprobando en junio de 2021 la primera Ley Europea de Cambio Climático⁴, negociada en menos de un año. Se adoptaba así un objetivo vinculante de reducción de emisiones del 55% para 2030, frente al 40% anterior.

Tan solo un mes después de la aprobación de la Ley, y con la finalidad de adaptar la normativa comunitaria para la consecución del nuevo objetivo, se presentó el ambicioso Paquete *Fit for 55*⁵.

El Paquete abarca una gran variedad de propuestas que van desde la revisión de las Directivas de eficiencia energética, de renovables o fiscalidad, pasando por cambios en los mercados ETS y la normativa de emisiones en el transporte, hasta

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (agosto, 2021): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis* (<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>).

2. United Nations (noviembre, 2021): *COP 26. The Glasgow Climate Pact* (<https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf>).

3. Fatih Birol, Executive Director, International Energy Agency (noviembre, 2021): *COP26 climate pledges could help limit global warming to 1.8 °C, but implementing them will be the key* (<https://www.iea.org/commentaries/cop26-climate-pledges-could-help-limit-global-warming-to-1-8-c-but-implementing-them-will-be-the-key>).

4. Comisión Europea (junio, 2021): *Ley de Cambio Climático* (L_2021243ES.01000101.xml).

5. Comisión Europea (julio, 2021): *Delivering the European Green Deal (Fit for 55)* (https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en).

la introducción de nuevos elementos, como los relativos al Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera o el Fondo Social para el Clima.

En diciembre de 2021 la Comisión completó este conjunto de medidas con un nuevo paquete centrado en los mercados europeos de gases de bajas emisiones y gases renovables, incluyendo el hidrógeno y la propuesta de un nuevo Reglamento para la reducción de emisiones de metano en el sector energético.

c) *Políticas españolas*

En España, el desarrollo legislativo en materia de clima y energía también ha continuado en 2021, protagonizado por la aprobación de la Ley de Transición Energética y Cambio Climático en el mes de mayo⁶.

Se han puesto en marcha diversas iniciativas, destacando las relacionadas con el despliegue de energías renovables, incluyendo el Real Decreto y la Circular de Acceso y Conexión, el marco económico que dio lugar a las subastas celebradas en enero y en octubre, la agilización de trámites administrativos, y, muy recientemente, el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte 2021-2026.

Además, se han publicado diferentes Estrategias y Hojas de Ruta, como las de Economía Circular, Almacenamiento, Autoconsumo, o Eólica *Offshore* y energías del mar, completadas en 2022 con la del Biogás.

Y también son destacables los Convenios de Transición Justa y la firma del Acuerdo entre Gobierno, empresas y sindicatos en esta materia. Sin olvidar, en este campo, los concursos de nudos de transición justa, el primero de los cuales ya está en marcha.

2.2. TECNOLOGÍAS

Además de los aspectos regulatorios, no cabe duda de que la tecnología ha jugado un papel esencial.

En España, durante 2021, las renovables continuaron su crecimiento, más acusado en potencia fotovoltaica –con 3.300 MW instalados– que en eólica –con 700 MW adicionales–, y logrando generar el 46,6% de la electricidad⁷. Un máximo histórico.

Además, se ha constatado el imparable avance del autoconsumo, con 1.200 nuevos MW instalados, y de las comunidades energéticas, que, junto con el almacenamiento, están transformando la manera en la que se produce y consume energía.

El impulso político, los desarrollos tecnológicos y la gran oportunidad que supone para la industria española han sido también algunos de los factores que

6. Boletín Oficial del Estado (mayo, 2021): *Ley 7/ 2021 Ley de Cambio Climático y Transición Energética* (<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-8447>).

7. Red Eléctrica de España (marzo, 2022): *El Sistema Eléctrico español. Avance 2021* (https://www.ree.es/sites/default/files/publication/2022/03/downloadable/Avance_ISE_2021.pdf).

han colocado a la eólica *offshore*, o los gases renovables, especialmente el hidrógeno, en el punto de mira.

Asimismo, otras tecnologías están adquiriendo protagonismo, como es el caso de los biocombustibles, las Soluciones Basadas en la Naturaleza, las tecnologías de CCUS o los combustibles sintéticos.

También tecnologías tradicionales como la energía nuclear han vuelto al centro de los debates, tras el anuncio de Francia y Reino Unido de construir nuevas centrales, o por su inclusión, junto con el gas natural, en la taxonomía europea.

Y ni que decir tiene que las soluciones relacionadas con la digitalización en toda la cadena de valor se han acelerado, incluyendo en las redes eléctricas, especialmente necesarias para facilitar la integración de los recursos distribuidos y permitir el desarrollo de nuevos modelos de negocio.

3. ECONOMÍA

El segundo pilar de la política energética europea está relacionado con la economía y la competitividad.

a) Desequilibrio entre oferta y demanda en 2021

El año 2021 arrancó con precios mínimos de la energía, los primeros indicios de recuperación económica y un relativo optimismo. A lo largo del año, la recuperación conllevó un repunte de la demanda energética, que no vino acompañada por la oferta en la misma proporción. Además, esta abrupta recuperación tras el COVID-19 provocó la ruptura de *stocks* de diversos materiales.

Estos fueron los principales motivos por los que los precios de las materias primas y la energía comenzaron a incrementarse a mediados del 2021, junto con otros factores, como los climatológicos, los problemas de logística o el alza en el precio de los mercados europeos del CO₂.

b) Los debates sobre la configuración de precios en Europa

Para intentar reducir los efectos del impacto en familias, empresas e industrias, a partir de junio, España, siguiendo el camino de la mayoría de los países europeos, comenzó a poner en marcha diversas medidas, relacionadas con la reducción y supresión de impuestos, disminución en los cargos y peajes eléctricos, o medidas para ciertos colectivos.

Algunas de ellas abrieron un intenso debate en nuestro país, que trascendieron al ámbito europeo, especialmente en el campo de los mercados de electricidad.

Nadie se imaginaba que, unos meses después, los precios iban a estar expuestos a una tensión incluso mayor.

c) *Récords históricos en 2022*

Provocado por la ocupación rusa de Ucrania y la incertidumbre sobre su evolución futura, las materias primas energéticas alcanzaron precios récord en los primeros meses de 2022.

Hubo días en el que el barril de Brent rozaba los 140 euros, el gas los 215 euros MWh, el carbón los 450 dólares por tonelada, y el precio de la electricidad del mercado mayorista europeo se disparaba. Nunca se habían alcanzado estos precios de forma continuada, provocando distorsiones inflacionistas.

Como respuesta inmediata y unitaria, la Comisión Europea publicó la Comunicación “*RepowerEU*”⁸ y su posterior Plan⁹, con medidas de emergencia para mitigar estos precios, así como para aumentar la seguridad de suministro y reducir la dependencia energética de Rusia. También el Consejo Europeo de 24 y 25 de marzo acordó la puesta en marcha de medidas excepcionales y temporales.

Casi de forma paralela, los países empezaban a implementar medidas en todos los campos energéticos. Este fue el caso de las aprobadas en España en el Real Decreto Ley de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania¹⁰.

Estas medidas de amplio alcance afectan, entre otros, a los precios de los combustibles, a los impuestos, a la actividad de generación de electricidad renovable y a todos los consumidores, especialmente a los industriales y a los más vulnerables. Aún estaban por concretar en el momento de redactarse estas líneas las relacionadas con la excepcionalidad ibérica en el mercado mayorista de electricidad.

4. SEGURIDAD DE SUMINISTRO

La seguridad de suministro es una cuestión en la que, como es habitual, la geopolítica juega un papel importante. Más aún en los momentos actuales, donde la evolución diaria de los acontecimientos ha puesto de manifiesto la necesidad urgente de reducir nuestra dependencia del exterior, en particular de los suministros rusos.

a) *Rusia y la seguridad de suministro*

El 45% del gas que la Unión Europea importa proviene de Rusia, así como el 25% del petróleo y el 45% del carbón¹¹. Por esta razón, como se ha comentado,

8. Comisión Europea (marzo, 2022): *Communication REPowerEU Plan* – COM(2022)230 (https://ec.europa.eu/info/publications/key-documents-repowerEU_en).

9. Comisión Europea (mayo, 2022): *Repower EU Plan* (https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowerEU-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en#documents).

10. Boletín Oficial del Estado (marzo, 2022): *Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania* (https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-4972).

11. BP (junio, 2021): *BP’s Statistical Review of World Energy 2021* (<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>).

desde la invasión de Ucrania el objetivo de la UE ha sido reducir las importaciones, principal elemento del *RePower EU*. Mientras, se negociaba con países suministradores alternativos.

Hemos visto cómo los países de la Agencia Internacional de la Energía liberaban 60 millones de barriles de crudo; Estados Unidos acordaba aumentar en 15 bcm el suministro de GNL hacia Europa; y se publicaban informes, como los de la AIE, llamando a reducir el consumo e incrementar la eficiencia a través del comportamiento de los ciudadanos.

b) *Otros aspectos relevantes*

También han ocurrido otros hechos relevantes que influyen en el campo de la seguridad de suministro, y que demuestran la convivencia entre la geopolítica tradicional con la nueva geopolítica de la transición.

Hablamos, por ejemplo, de la importancia de los minerales críticos y tierras raras, en manos además de pocos países. O también de la vulnerabilidad de las cadenas logísticas, como vimos con el Evergiven, o estamos contemplando ahora con la crisis del COVID-19 en Shangai.

Últimamente, además, las relaciones Marruecos-Argelia-España son aspectos centrales del debate en torno al abastecimiento energético desde el Norte de África como suministrador alternativo.

Y hemos visto aumentar la tensión cuando Rusia anunciaba el corte de suministro de gas a Polonia, Bulgaria, Finlandia o Países Bajos.

En definitiva, lo que parece claro es que estamos en un *ongoing* que está alterando estructuralmente todos los aspectos del sector energético: estrategias, precios, mercados, abastecimiento, etc. Similar a lo que ocurrió en el decenio de 1970.

5. REFLEXIONES FINALES

Por eso, y ante las grandes incógnitas que tenemos ante nosotros, parece conveniente realizar unas muy breves reflexiones sobre el contexto recién descrito. Un contexto especialmente complicado, en el que muchos países, ciudadanos y compañías están pasando por momentos muy difíciles.

La *primera reflexión* es que ha quedado patente la prioridad de buscar el equilibrio entre el trilema energético. La necesidad de que las políticas climáticas estén inexorablemente unidas a las estrategias destinadas a asegurar la seguridad de suministro y la competitividad.

Políticas para una mayor eficiencia, mayor ahorro, mayor despliegue de renovables, diversificación, almacenamiento... Estas y muchas otras medidas serán, sin duda, la base de la estrategia europea en el próximo futuro. Unas medidas que requerirán un aumento significativo de inversiones, una regulación adecuada y un marco que permita la agilidad administrativa necesaria para acelerar los proyectos y cumplir las expectativas sociales.

La *segunda reflexión*: Tenemos que seguir trabajando sin descanso en la senda de la descarbonización de la economía y en la implementación de una transición energética justa, coste-eficiente y lo menos onerosa posible para la sociedad. Así se desprende de las tres entregas del Sexto Informe de Evaluación del IPCC¹² publicadas a lo largo del año y del dato del aumento en un 6% a nivel global de las emisiones de CO₂ en 2021¹³.

Además, es la principal solución para muchos de los riesgos expuestos. La guerra pone aún más presión sobre la agenda climática y puede suponer la aceleración de la implementación del *Green Deal* y el *Fit for 55*.

Tercera reflexión: Ahora más que nunca, debemos seguir buscando fórmulas que ayuden a dar señales eficientes y contar con un marco que facilite el nuevo modelo energético que todos perseguimos.

Y debemos hacer uso de todas las tecnologías disponibles para descarbonizar, fomentando el desarrollo tecnológico y la I+D en aquellas que aún no son competitivas, pero que son o serán necesarias.

Especial importancia en este campo tienen los Fondos Europeos, objeto central de este Simposio.

La oportunidad que se abre ante nosotros puede permitir que nos situemos como líderes de las tecnologías del futuro, potenciar nuestra industria y nuestra economía, y desarrollar toda nuestra cadena de valor en ámbitos como el hidrógeno, la eólica *offshore* y muchas otras en las cuales estamos bien posicionados como país.

Ha llegado el momento de materializar la involucración y colaboración de toda la sociedad, administración central, regional y local, compañías, pequeñas y grandes, instituciones y, por supuesto, los ciudadanos. Estos últimos juegan un papel de especial relevancia en este proceso, y es que la energía ha trascendido de las páginas salmón de los periódicos y, cada vez con mayor frecuencia, ocupa las portadas y el centro de los debates en los medios de comunicación.

Explicar nuestro sector no es sencillo. Pero debemos conseguir encontrar los mecanismos para llegar a las personas, que comprendan qué se está haciendo en el campo de la energía, qué implicaciones tiene y cuál es el objeto perseguido.

La comunicación y el diálogo social siempre han sido claves. Pero ahora lo son aún más, ya que corremos el riesgo de que el ciudadano se desvincule del importante papel que juega y puede jugar en el campo de la energía.

12. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): *Sixth Assessment Report* (<https://www.ipcc.ch/reports/>).

13. OCDE – International Energy Agency (marzo, 2022): *Global Energy Review: CO₂ Emissions in 2021* (<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>).

ECONOMÍA VERDE: UNA GRAN OPORTUNIDAD DE NEGOCIO Y PARA CONSTRUIR UN MUNDO MEJOR Y MÁS EQUITATIVO

JUAN VERDE

*Presidente de la Fundación Advanced Leadership
Estratega internacional para el sector privado y público
Impulsor de la economía verde*

Conste antes que nada mi agradecimiento a la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental y, en especial, a la doctora María Teresa Costa. Es para mí un honor participar en este excelente foro de reflexión estratégica y, francamente, estas jornadas de aprendizaje son un magnífico espacio para la capacitación, el aprendizaje, para compartir mejores prácticas, y espero que de aquí surjan ideas útiles.

Me propongo reflexionar sobre la economía verde y particularmente sobre cómo y por qué la sostenibilidad es una excelente oportunidad de negocio e inversión, así como una gran oportunidad para construir un mundo mejor y más equitativo.

1. LA MAYOR AMENAZA

Comenzaré con algo muy sencillo. Hay algunas voces que sugieren que ahora, en medio de la peor crisis económica de nuestras vidas, desde luego al menos desde la Gran Depresión; que ahora –repito– más que nunca debemos dar prioridad a la recuperación económica. Y que luego, una vez que hayamos retomado la senda del crecimiento, ya podremos volver a pensar en el planeta.

Yo no soy una de esas personas. Francamente, estoy convencido de que aquellos que piensan de esa manera sufren miopía histórica y están totalmente equivocados. No tenemos que elegir entre la economía y el planeta, no es una cosa o la otra; son ambas y van de la mano. Podemos y debemos apostar por un modelo económico nuevo tras la pandemia que promueva una recuperación económica más duradera y más sostenible en el tiempo, y cuyos resultados sean más justos para más personas. Un modelo que no solo sea más ético y moral; que también

haga que nuestras economías sean más robustas, más resilientes y más competitivas de cara al futuro.

Rotundamente: sin planeta no hay economía y, por lo tanto, no tenemos que elegir uno sobre el otro. Tenemos que elegir ambos y esa es la oportunidad y también el deber.

Esta es la primera de las tres ideas principales que quiero compartir aquí. Primero: el cambio climático no solo es real, sino que es la mayor y más seria amenaza para la economía global; por tanto, tenemos que escuchar a la ciencia y la evidencia científica y aprender de ella.

Lo que ha ocurrido con la pandemia es a este respecto muy ilustrativo. La OMS publicó en 1999 un informe anual que se envió a todos los jefes de Estado advirtiéndoles de que esto ocurriría. Y año tras año se insistió en lo mismo: primero, que se acercaba una pandemia y que era una cuestión de cuándo ocurriría, no si ocurriría; segundo, que no estábamos listos y que las consecuencias serían devastadoras; tercero, que necesitábamos estar preparados. Sin embargo, aquí estamos. No debió habernos sorprendido.

Bien sabemos lo que ha ocurrido. Si se hubiera escuchado a la comunidad científica, no habría habido lugar a la sorpresa, y hubiéramos estado bien preparados. Todos hubiésemos tenido planes de contingencia listos y al día, todos hubiésemos tenido nuestro equipamiento médico básico preparado, mascarillas, ventiladores, guantes, etc. Todo habría sido diferente.

¿Por qué no aplicar lo mismo al cambio climático? La comunidad científica ha estado alertando sobre las consecuencias catastróficas del cambio climático durante muchísimo tiempo, durante más de 40 años. El COVID-19 es la amenaza latente e inminente ahora mismo, pero la verdadera amenaza existencial más importante y potencialmente más destructiva para la economía global y la humanidad es el cambio climático, no se equivoquen.

Las advertencias, los avisos, las banderas rojas, están todas presentes hoy, es como volar un avión con todas las luces rojas parpadeando alrededor tuyo, todas las alarmas sonando, pero continuamos volando como si no pasara nada. Tal vez se pueda decir de otra manera, pero no se puede decir más claro: el cambio climático es la amenaza principal al bienestar económico y social de nuestros países.

Los efectos de la pandemia han sido horribles, y ha sido y está siendo una gran tragedia para millones de familias en todo el mundo que han perdido a seres queridos. Pero retengamos una serie de cifras sobre los efectos del cambio climático que son ciertamente impactantes: el Banco Mundial estima que, hasta la fecha, la contaminación del aire causa entre 6 y 7 millones de muertes prematuras al año (el COVID-19 en estos dos años se ha cobrado aproximadamente 6 millones de vidas). El Banco Mundial espera que de aquí a 10 años el cambio climático lleve a más de 132 millones de personas a la pobreza extrema, además de todos los problemas horribles que el COVID-19 está causando, y se estima que en 2022 tengamos más de 19 millones de refugiados climáticos en todo el mundo. Así pues, si sabemos que el cambio climático ya nos está afectando de una manera

tangible y directa, y si sabemos que las consecuencias serán catastróficas, ¿no deberíamos hacer mucho más para prepararnos?

La sociedad es cada vez más consciente de que el cambio climático es una realidad y, sin duda, afecta a todos los sectores sin excepción. Los cambios adaptativos en las infraestructuras existentes y en las futuras, el riesgo de desastres naturales, el aumento repentino de temperaturas y todos los riesgos asociados al cambio climático en general, harán que el trabajo de ingenieros y arquitectos se vea afectado de forma directa e inequívoca.

Según el último reporte global de riesgos del Foro Económico Mundial, 5 de las 10 amenazas más grandes a las que se enfrentará el mundo de aquí a 10 años son de carácter medioambiental. Y no solo eso. Cuando medimos las potenciales consecuencias, las de carácter medioambiental ocupan el primer, segundo y tercer puesto, y todas están relacionadas con el cambio climático: fracaso de las políticas para frenar el cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos y pérdida de la biodiversidad son las tres mayores amenazas.

De hecho, según los datos más recientes a nivel mundial, los desastres naturales causaron (en 2021) 343.000 millones de dólares en pérdidas, lo que hace que el año pasado fuera el tercero más costoso de la historia, una vez ajustado a la inflación.

Esto no es una coincidencia. Según publica la Organización Meteorológica Mundial, en los últimos 50 años el número de desastres se ha quintuplicado, y este aumento ha sido impulsado por el cambio climático.

Como la frecuencia y severidad de los desastres naturales se ha quintuplicado en los últimos 50 años, es de vital importancia entender que el cambio climático supone una amenaza *real* para la economía y el sector financiero, incluido el sector de los seguros. Este resulta, en efecto, muy significativo. No solo aumentan las amenazas físicas a las que están expuestas las aseguradoras; además, las compañías tienen que gestionar su exposición a las inversiones en activos y sectores más vulnerables a los riesgos físicos y de transición. Según desvela el “Informe sobre el Mercado Mundial de Seguros” de la Asociación Internacional de Supervisores de Seguros (IAIS), que cubre el 75% del mercado global de seguros, los activos “relevantes para el clima” representan el 36% de las carteras de inversión de las aseguradoras a nivel global. Un dato muy significativo, ya que muestra que el cambio climático será uno de los más importantes retos del futuro para el sector asegurador. Los resultados de dicho informe ponen una vez más de manifiesto las graves consecuencias y la amenaza real que supone *no* llevar a cabo una transición ordenada hacia los objetivos climáticos acordados internacionalmente, con objeto de minimizar los riesgos para la solvencia y la estabilidad financiera.

Las repercusiones son increíbles en todas las esferas y todos los sectores. Un ejemplo más: en 2017, Houston fue víctima por tercer año consecutivo de inundaciones muy inusuales. Como estas eran raras, los bancos, cuando vendieron las hipotecas a los dueños de las casas, no los obligaron a tener seguro contra inundaciones; de hecho, solo el 40% de las casas afectadas tenían seguro de este tipo. Pues bien, al final, millones de personas afectadas por las inundaciones

prefirieron dejar de pagar las hipotecas que intentar reconstruir. Se perdieron 4,8 millones de hipotecas y casi 800.000 millones de dólares en primas se dejaron de pagar. Pensemos en las pérdidas millonarias para los bancos y la oportunidad perdida para las aseguradoras que no vendieron las pólizas.

2. UN PROCESO IRREVERSIBLE

La segunda idea principal que quiero compartir se puede formular también en términos sencillos: ya antes de esta pandemia estábamos en medio de una absoluta transición hacia una economía de bajas emisiones. El mundo ya estaba en mitad de un proceso irreversible hacia un modelo económico de bajas emisiones, no sabíamos a qué velocidad sucedería, pero era eso, un tema de velocidad, nunca de dirección. La pandemia lo que ha hecho es crear las condiciones propicias para que este proceso de cambio se haga a nivel planetario y a gran velocidad.

Como me enseñó un profesor en la Universidad de Harvard, en economía la mejor forma de distinguir la diferencia entre una tendencia pasajera de una realidad económica inevitable es analizar los flujos de capital. *Follow the money*. Sigamos, pues, al dinero y veamos adónde nos lleva.

Según datos del Banco Mundial, entre 2020 y 2030 las inversiones en economía verde alcanzarán cifras casi desorbitantes: gestión de residuos, 200.000 millones, energías renovables, 842.000 millones, vehículos eléctricos, 1,6 billones, construcción verde, 24,7 billones. En fin, casi 30 billones de dólares, y no solo en países ricos; en todas las regiones del mundo.

Igualmente expresivo es el comportamiento del mercado de bonos verdes, sociales y sostenibles en el mundo hasta la actualidad. En 2014 se emitieron entre 2 y 3.000 millones de bonos verdes, y se pensaba que era un récord que no se repetiría. La realidad es que año tras año se ha roto ese récord inicial: el 2001 cerró con más de 418.000 millones, y en lo que llevamos de 2022 esta cifra ha ascendido a nada más y nada menos que 560.000 millones.

Y si miramos el total invertido no solo en fondos verdes, sino incluyendo además fondos de inversión responsables, medioambientales, eficiencia energética, renovables, de impacto social, sostenibles y otros bonos verdes relacionados, el año pasado se invirtieron en el mundo más de 1.000 millones, y este año se espera que se cierre con 15.000 millones. Son números simplemente impresionantes.

La buena noticia, por tanto, es que ya los mercados estaban en plena transición a un modelo económico más sostenible. En marzo de 2021, Blackrock –que es el fondo de inversión más grande del mundo, gestionando 9 billones de dólares– anunció que desinvertiría paulatinamente en todos sus destinos y activos que no contribuyeran de forma positiva a la sostenibilidad. Poco después, Vanguard Group, que gestiona más de 6 billones, se sumó también a esa iniciativa y ya son 41 los fondos de inversión que han optado por ello. La banca va también por el mismo camino: Bank of America anunció que entre el 2021 y el 2030 movilizará al menos 1 billón de dólares para acelerar la transición hacia una economía sostenible y con bajas emisiones solo en Estados Unidos.

¿Por qué muchas de estas acciones son más relevantes precisamente porque ya estaban encaminadas antes de la pandemia? Porque la pandemia solo ha inyectado velocidad y un mayor compromiso a estos cambios. Por ejemplo, el valor de las acciones de empresas sostenibles ha tenido mejor comportamiento en los mercados bursátiles en comparación con las empresas no sostenibles. De hecho, este tipo de empresas verdes y responsables valen hoy casi el doble que hace 18 meses. Esto está sucediendo, obviamente, porque la mayoría de las economías globales está reorientando sus esfuerzos de reconstrucción económica hacia la inversión responsable y el crecimiento. Hacia ahí es hacia donde va el dinero.

Y nos sobran datos en este sentido. Por ejemplo, los que reflejan los totales invertidos en el desarrollo de las energías renovables desde 2004 hasta hoy. Entonces el mundo invirtió unos escasos 33.000 millones de dólares en renovables, pero el crecimiento ha sido increíble año tras año, aun durante la crisis del 2009, rompiéndose récord tras récord, previéndose que en 2022 se inviertan unos 500 mil millones de dólares solo en energías renovables. Desde 2009 hemos estado invirtiendo cada vez más en energías renovables, dejando atrás lo destinado al combustible fósil. ¿Hacia dónde va el dinero? Se va al verde.

Otro ejemplo bien representativo es el de los coches eléctricos. Mientras que en 2016 se vendieron 1 millón, 2022 se cerrará con 26 millones. Y las previsiones impresionan, de verdad. En 2040, en nada, el 65% de los vehículos vendidos en todo el mundo serán eléctricos y pasaremos de 6 millones de estaciones de recarga a 300 millones de estaciones en todo el mundo, lo que representa una completa revolución para el sector automovilístico, pero también para la formación profesional de ingenieros, que deberá adaptarse a estos cambios inminentes. Quien lo haga con más rapidez saldrá ganando: la gran ventaja competitiva y la oportunidad de negocio que supone la economía verde no tiene precedentes.

En suma, para el 2040 la matriz energética del mundo habrá dado un cambio radical y muy significativo; generaremos un 50% de nuestra energía con fuentes renovables. Y a medida que pase el tiempo, más pronunciada será esta revolución. Se estima que en 2050 la matriz energética del mundo habrá dado un giro completo. Hoy generamos un 70% de fuentes no limpias, pero en 2050 será lo contrario, con un 70% de fuentes limpias. En consecuencia, millones de puestos se crearán en torno a la energía verde. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) calcula que la economía verde podría crear 24 millones de puestos de trabajo en todo el mundo hasta 2030, gracias a las nuevas políticas y a los compromisos climáticos adquiridos, tanto por el sector público como por el privado.

¿Y los trabajadores? ¿Cómo valoran la sostenibilidad? Según un estudio reciente realizado en el Reino Unido, más de la mitad (53%) de los trabajadores eligen la sostenibilidad como un factor clave a la hora de decidir en qué empresa trabajar. Y la importancia de las credenciales sostenibles es mayor para la Generación Z (16-24 años), donde más de dos tercios (67%) dicen que es algo muy importante para ellos; los Millennials (25-34 años) no se quedan atrás, con un 64%.

Cabe concluir, por tanto, que la economía verde y la sostenibilidad son también una gran oportunidad en el ámbito de los recursos humanos, ya que mejoran

la empleabilidad de los jóvenes y ayudan a las empresas a conseguir más talento. Según otro estudio, este del Swiss Finance Institute, el 70% de los trabajadores prefiere trabajar para empresas con agendas sostenibles (y son especialmente los más cualificados los que lo prefieren en mayor medida).

Para terminar este apartado, añadiré otros datos que no dejan lugar a dudas. Según Nielsen, la multinacional de análisis de consumo y mercados, el 77% de los consumidores espera que las empresas les ofrezcan más servicios y productos sostenibles. El 57% de los consumidores estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir su impacto ambiental. El 75% de los consumidores pagaría hasta un 10% más por productos sostenibles. El 92% de los consumidores, puesto a elegir entre dos productos o dos servicios, en igualdad de precio y calidad, elegiría siempre la opción sostenible y responsable con el medio ambiente. No hay resquicio para dudar, desde luego.

3. UNA ENCRUCIJADA HISTÓRICA

Estamos viviendo una encrucijada histórica única. El COVID-19, a pesar de lo trágico y disruptivo que está siendo, representa una gran oportunidad para hacer las cosas bien, o al menos mejor, sobre todo porque nos ha ofrecido la oportunidad de hacer lo que está bien para el planeta.

El mundo está en una situación crucial, y confío en que seremos capaces de aprovechar esta oportunidad única para avanzar como sociedad y reconstruir nuestra economía mejor. Si vamos a intervenir el sector turístico, hagamos que con el dinero público las empresas del sector se comprometan a construir edificios más eficientes y que incorporen conceptos y modelos de economía circular; si vamos a intervenir a las aerolíneas, consigamos que se comprometan a llevar a cabo una transición energética hacia combustibles más limpios, y así sucesivamente. Sabemos que en pocos años tendremos que invertir trillones de dólares en el mundo para ejecutar esos grandes y ambiciosos planes de reconstrucción, y esta es la oportunidad de hacerlo mejor.

Solo en los Estados Unidos se invertirán más de 3 billones de dólares en los próximos cuatro años, en lo que es ya el plan de gasto público más ambicioso en la historia de este gran país, y todo con el objetivo de acelerar la transición a un nuevo modelo económico más sostenible, más justo y más competitivo para más gente que nunca antes. Eso, sin duda, catapultará al mundo entero a una nueva era de desarrollo sostenible.

Conozco personalmente al presidente Biden, y admiro muchísimo el hecho de que un hombre de 78 años esté pensando a lo grande, y de forma valiente y ambiciosa. Se ha comprometido a que Estados Unidos lidere una revolución de energía limpia en todo el mundo; quiere que tenga una matriz eléctrica limpia antes del 2035. Y ha puesto a los Estados Unidos en una senda irreversible hacia una economía de cero emisiones y carbono neutral para el 2050. Se necesitará audacia, valentía y capacidad innovadora; ser emprendedores e inventar nuevas tecnologías que aún no existen y que cambiarán el mundo. Es francamente emocionante,

ilusionante y esperanzador, porque el presidente Biden está pensando en las próximas generaciones y no solo en las próximas elecciones.

No hay alternativa. El mundo ha ignorado durante demasiado tiempo el hecho de que estamos ante una gran emergencia climática, que está sobre nosotros ya, de forma inminente, y que para salir de esta grave crisis hace falta un pensamiento y, sobre todo, liderazgo ambicioso y audaz, valentía política.

Además, la actual guerra en Ucrania pone de manifiesto la necesidad de acelerar la transición energética debido a que existe una correlación directa entre la dependencia de los combustibles fósiles y su procedencia de países con cierto grado de inestabilidad y que representan una amenaza.

Esta es una nueva era y es el escenario perfecto para construir un nuevo modelo económico; nos va a dar la oportunidad de priorizar realmente una estrategia económica que no solo considera los beneficios a corto plazo como el único y más importante indicador. A partir de ahora, también tendremos que considerar el ecosistema que nos rodea, que, por supuesto, incluye el cuidado del planeta, la calidad de vida y el aire que respiramos, espacios verdes para nuestros niños y el progreso social. Viabilidad económica e ingresos, sí, pero también eso que se conoce como PPP: *people, planet, profit*, gente, planeta y rentabilidad. Beneficio (*profit*) que garantice la viabilidad económica, pero contando con la gente (*people*), gente que son clientes, empleados y la sociedad en general. Y, por supuesto, tomando en consideración el medio ambiente y la suerte misma del planeta (*planet*, la tercera *P*).

* * *

Estamos, en fin, ante una gran oportunidad histórica de hacer las cosas mejor y estoy convencido de que el mundo está listo para hacerlo. Lo vamos a hacer porque es lo correcto: no solo para el medio ambiente y el planeta, que es muy importante; también, y sobre todo, porque tiene sentido económico hacerlo.

Tendremos vencedores y perdedores tras esta crisis, pero las empresas y organizaciones que logren reorientar su estrategia, se vuelvan más flexibles y, sobre todo, más sostenibles, esas serán las que saldrán más fuertes y más competitivas. Las organizaciones que no vean este cambio inevitable acabarán desapareciendo del mercado.

Terminaré, por tanto, como comencé: gracias, gracias por el trabajo que están haciendo y que harán en el futuro. Gracias porque con su ayuda y liderazgo reconstruiremos una economía y un mundo mejor: es lo correcto desde un punto de vista ético y moral, pero también lo correcto desde un punto de vista de competitividad y oportunidad de negocio. Se lo debemos a nuestros hijos y a las futuras generaciones.

FINANCIACIÓN CLIMÁTICA: COMPROMISOS Y ESTRUCTURACIÓN DESPUÉS DE LA COP26

RODOLFO LACY

Director de Acción Climática y Medio Ambiente para Latinoamérica de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y enviado especial para materias de clima en las Naciones Unidas de Nueva York

1. INTRODUCCIÓN

El panorama de la financiación climática global tuvo un punto de inflexión durante la COP26 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) celebrada en la ciudad de Glasgow el pasado mes de noviembre de 2021. Hemos pasado de la limitada narrativa de los miles de millones de dólares americanos para los países en desarrollo a los millones de millones de dólares a nivel global, extendiendo los compromisos de movilización financiera del sector público al dinámico sector privado, que ve grandes oportunidades de negocio y revitalización de las economías locales después de la pandemia.

Esta nueva visión climática financiera, que ha iniciado su proceso de génesis desde el Acuerdo de París, quedó plasmada en numerosas alianzas y declaraciones realizadas por más de una centena de importantes instituciones y organizaciones financieras globales, bancos centrales y ministros de finanzas (gráfico 1). Incluyendo las iniciativas y métricas voluntarias ESG¹ (por sus siglas en inglés), las taxonomías de proyectos financieros empiezan a enverdecerse a la vez que la temática climática se amplía a otros dominios de la gestión ambiental como lo son la biodiversidad, la economía circular o la prevención de la contaminación, principalmente del aire y de mares y costas.

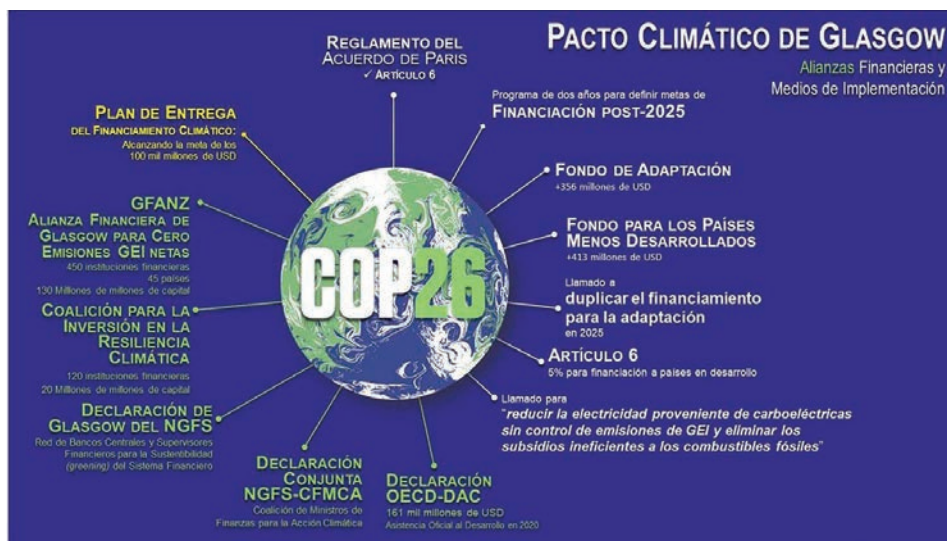
En las reflexiones y negociaciones financieras climáticas de la CMNUCC, siempre ha habido referencias explícitas a la teoría económica de la *Tragedia de los Bienes Comunes* que Elinor Ostrom² actualizó brillantemente para nutrir las

1. ESG. Environmental, Social, and corporate Governance.

2. Ostrom, Elinor (1990): *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

necesarias discusiones sobre una gobernanza ambiental global que tuvieron pie en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992. En este siglo, Mark Carney³, gobernador del Banco Central de Inglaterra, reveló que la *Tragedia de los Horizontes* en los tomadores de decisiones de la industria financiera impedía concretar los compromisos de inversión de largo plazo que requiere la lucha contra el cambio climático, pues siempre prevalece la visión cortoplacista y de retornos seguros en los proyectos que reciben apoyo financiero. Ahora vemos cómo las reglas operativas de los Consejos Ejecutivos del sector financiero empiezan a cambiar, a la vez que los gobiernos empiezan a expedir regulaciones más concretas al respecto, alineando los intereses y responsabilidades del sector financiero a las metas del Acuerdo de París y los compromisos nacionalmente determinados de la CMNUCC (NDCs, por sus siglas en inglés).

Gráfico 1. *Principales Alianzas y Compromisos de Financiación de la COP26 celebrada en Glasgow, Reino Unido*



Yo creo que estamos viviendo la *Tragedia de las Expectativas*, pues ahora que tenemos compromisos ambiciosos para evitar una elevación mayor de 1,5 °C en la temperatura promedio del planeta, que las tecnologías más limpias para producir electricidad son más baratas que las fósiles convencionales, y que se han creado múltiples fondos y esquemas de financiación climática, aún no vemos ni un desplazamiento masivo de estas tecnologías ni una reducción de las concentraciones de los gases y partículas de efecto invernadero en la atmósfera.

3. Carney, Mark (2015): *Breaking the tragedy of the horizon – climate change and financial stability*. Speech at Lloyd's of London, 29 de septiembre.

Durante la pandemia, cuando nos ilusionamos colectivamente al gozar el regreso de los cielos azules y los animales silvestres a nuestras ciudades en los difíciles días de los confinamientos masivos, las inversiones verdes solo alcanzaron inicialmente el 21% en promedio en los Planes de Recuperación Económica de los países de la OCDE⁴. La injusta guerra impuesta a Ucrania por Rusia podría mantener la marginalidad de la financiación climática, ya que está empezando a tener repercusiones en la ambición de nuestras metas de mitigación y la reorientación de las inversiones en el corto plazo. Muchos países desarrollados están ampliando sus compromisos de inversión en petróleo y gas natural, así como incrementando sus presupuestos de defensa y producción de armas. Aún desconocemos qué alcances tendrá este conflicto a nivel global desde el punto de vista climático, pero la inflación provocada por el aumento en los precios de las gasolinas ha provocado decisiones políticas en Europa y Norteamérica que parecen retrasar la entrada de vehículos eléctricos o los planes de cierre de instalaciones industriales altamente contaminantes⁵, por mencionar solo unos ejemplos documentados.

Lo más destacable de la COP26 es sin duda la conclusión del *Rule Book* del Acuerdo de París, que se logró después de seis años de negociaciones de un texto de implementación del Artículo 6 que ahora es aceptable para todas las partes. Hoy es posible pensar en un conjunto de decisiones nacionales que darán pie a un régimen internacional de precios al carbono y la posibilidad de crear un mercado de ITMOs (*Internationally Transferred Mitigation Outcomes*), a través de una red de sistemas nacionales y regionales de comercio de emisiones, ya sean estos créditos, *offsets* o bonos, entre otros posibles instrumentos que deberán cumplir con diversas reglas de reporte y confiabilidad.

En materia de financiación privada, se habló de poner a disposición de la agenda climática más de 150 millones de millones de dólares americanos, provenientes de más de 500 instituciones financieras a nivel global. Algo nunca antes declarado en una COP.

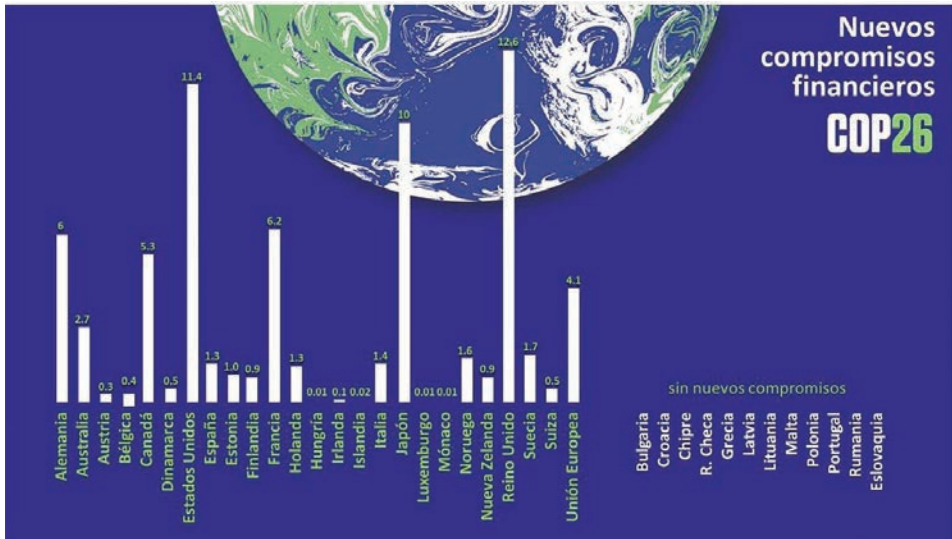
Pero en financiación pública no se cumplieron las expectativas de lograr la meta de movilizar, desde países desarrollados Anexo I, cien mil millones de dólares americanos para países en desarrollo cada año, a partir del 2020. Estos recursos son vitales para cementar la confianza entre las partes negociadoras, a la vez que permiten crear sinergias a nivel nacional mezclando instrumentos financieros tanto públicos como privados.

Antes del conflicto en Ucrania, la OCDE reportó que la meta de los 100 millones de millones de dólares se alcanzaría hasta el 2023 con mayor seguridad y se presentó un Plan de Entrega (*Climate Finance Delivery Plan*), tomando como base la promesa adicional firmada de diversos países ante la presión diplomática de la Presidencia de la COP26 (gráficos 2 y 3).

4. OECD (2022): *Assessing environmental impact of measures in the OECD Green Recovery Database*.

5. Ver resultados recientes de las votaciones del Congreso Europeo sobre la legislación climática y el aumento del consumo de gas natural licuado de Europa en el último reporte trimestral de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2022; Gas Market Report, Q2-2022).

Gráfico 2. *Compromisos logrados en la COP26 de nuevos financiamientos de Anexo I para países en desarrollo*



Aun así, en Glasgow se alcanzó una cifra récord de compromisos específicos, del orden de 356 millones de dólares americanos solo para el Fondo de Adaptación, que recibía recursos del Mecanismo de Desarrollo Limpio del finiquitado Protocolo de Kioto, y 413 millones para el fondo dedicado a los países menos desarrollados. De hecho, hubo un consenso entre los asistentes a Glasgow acerca de la necesidad urgente de aumentar el financiamiento para la adaptación e iniciar un diálogo constructivo para abordar el tema de “pérdidas y daños”, en especial poniendo atención a los países más vulnerables y en peligro ante fenómenos meteorológicos extremos y elevación del mar.

Gráfico 3. *Proyección del cumplimiento del compromiso de movilización de los 100 mil millones de dólares al año para países en desarrollo*



Fuente: OECD (2021), *Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries: Aggregate trends updated with 2019 data, Climate Finance and the USD 100 Billion Goal*, OECD Publishing, París, <https://doi.org/10.1787/03590fb7-en>.

2. LA DIMENSIÓN DEL RETO GLOBAL EN LA GESTIÓN CLIMÁTICA

Después de los más recientes reportes del IPCC⁶ sobre los escenarios climáticos y las acciones de adaptación y mitigación requeridos para evitar un aumento global promedio de temperatura superior a 1,5 °C, la OCDE considera que es urgente y conveniente para nuestras economías una respuesta global fuerte y estratégica a la crisis climática, alineada al objetivo de cero emisiones netas en el 2050. Tan solo el alineamiento al objetivo de 2 °C en el sector infraestructuras requeriría de una inversión adicional anual de 6,9 billones de dólares para el 2030, pero tendría un beneficio de un 4,6% del PIB global en el 2050⁷.

El comportamiento esperado por el IPCC para las emisiones y las remociones del bióxido de carbono a nivel global (gráfico 4), no tiene antecedente alguno en la gestión ambiental; en otras palabras, ni el control del DDT o los CFC's, como experiencia de solución a los primeros problemas ambientales globales el siglo pasado, lograron una reducción tan rápida y sostenida como la que ahora la humanidad necesita en el control de gases y partículas que exacerbaban el efecto invernadero de la atmósfera terrestre. Cabe recordar que lo que hasta ahora ha sucedido es que la tasa de crecimiento de emisiones de GEI de origen

6. IPCC (2018): *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C*.

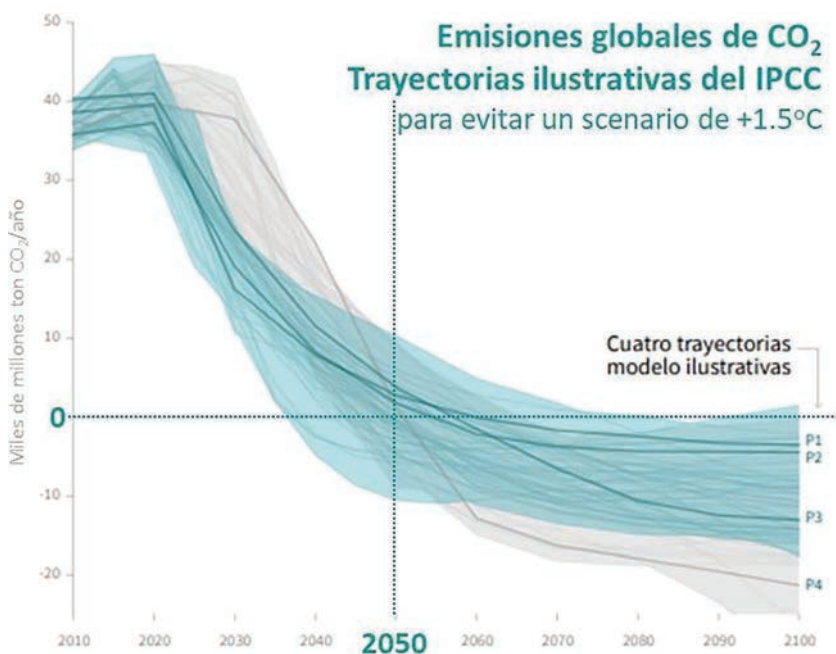
IPCC (2022): *AR6 Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Febrero.

IPCC (2022): *AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Abril.

7. OECD/UNEP/WBG (2019): *Financing Climate Futures: Rethinking Infrastructure*.

antropogénico es superior este siglo a las del siglo pasado, pese a la CMNUCC⁸ y el Acuerdo de París.

Gráfico 4. *Comportamiento necesario de las emisiones/remociones globales de CO₂ para evitar un escenario de 1,5 °C más de temperatura en la atmósfera*



Fuente: IPCC (2020): *Special Report on Global Warming of 1.5 °C, Summary for Policymakers*.

3. UN FUTURO SECTOR DE LA ENERGÍA SIN CONTAMINACIÓN

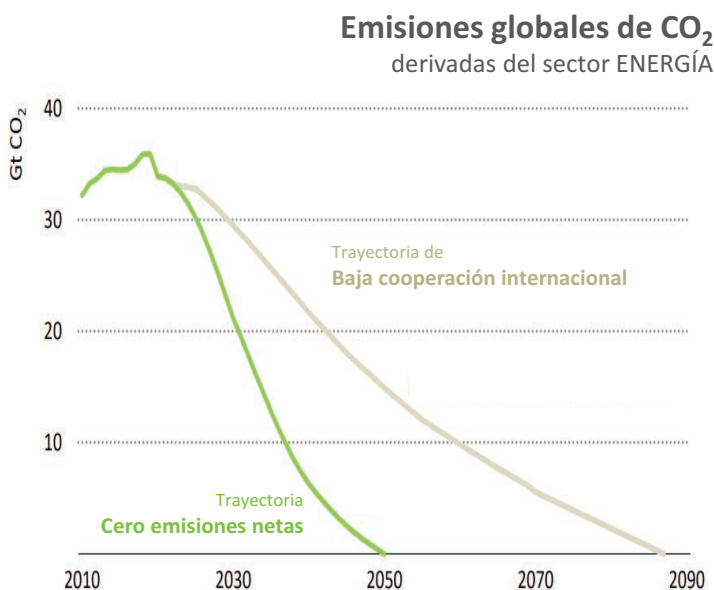
Siendo el sector de la energía el más importante en materia de emisiones de gases y partículas de efecto invernadero, responsable de dos tercios de las emisiones globales de CO₂ de acuerdo con los inventarios globales de la CMNUCC y las metodologías de clasificación sectorial del IPCC, la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), publicó antes de Glasgow una Hoja de Ruta para lograr las emisiones cero netas del sector en el año 2050 (gráficos 5 y 6). Las sugerencias tecnológicas descritas por la IEA a nivel global son una mezcla de las múltiples opciones factibles y rentables, la misma que requiere de una amplia cooperación internacional, así como de la implementación masiva de

8. Consultar los registros de las concentraciones de GEI (CO₂, CH₄, N₂O y SF₆) de la estación meteorológica de la NOAA en Mauna Loa en <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html>.

tecnologías ya desarrolladas a nivel laboratorio o experimental, que aún no son comercializadas a nivel industrial.

Cabe destacar que la mayor parte de los recursos financieros que actualmente se movilizan como cooperación internacional en el marco de la CMNUCC son dedicados a acciones de mitigación (64%) y especialmente a proyectos de energía (44% en proyectos de generación eléctrica renovable y transporte eficiente)⁹.

Gráfico 5. *Comportamiento necesario de las emisiones de CO₂ del sector de la energía para lograr un balance cero en el año 2050*



Fuente: IEA (2021): *Net Zero by 2050. A roadmap for the Global Energy Sector*.

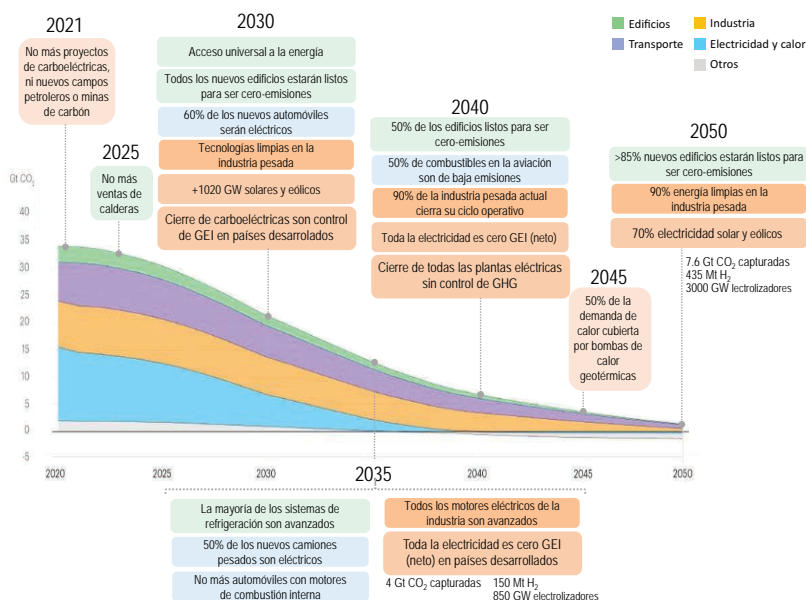
Para ello, el sector requiere de una transformación profunda, institucional y empresarial, que motive una transición más acelerada hacia las fuentes de energía limpias (renovables, hidrógeno y nuclear) y las tecnologías de captura de carbono en aquellas instalaciones que procesen y utilicen combustibles fósiles y que por diversas razones no puedan ser cerradas.

La electrificación del transporte, industria y edificios es una de las transformaciones más necesarias y aceptadas a nivel poblacional, pero a su vez más complejas por la dispersión y gran variedad de actores y bienes amortizables involucrados. Las primeras y obvias cuñas de estabilización propuestas por Sokolow

9. OECD (2021): *Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries: Aggregate trends updated with 2019 data, Climate Finance and the USD 100 Billion Goal*, OECD Publishing, París. <https://doi.org/10.1787/03590fb7-en>.

y Pacala¹⁰ (eficiencia energética y cambio de combustibles de alto a bajo o nulo contenido de carbono) siguen siendo válidas y necesarias, pero definitivamente no suficientes. Estos cambios tecnológicos deben estar acompañados por regulaciones más estrictas, instrumentos económicos y mecanismos financieros que fuercen la migración de las inversiones en bienes y servicios, a nivel individual y empresarial, a las opciones verdaderamente limpias en ciclo de vida.

Gráfico 6. *Hoja de Ruta tecnológica del sector energía para lograr un balance cero en el año 2050*



Fuente: IEA (2021): *Net Zero by 2050. A roadmap for the Global Energy Sector*.

La eliminación de subsidios a los combustibles fósiles, el cierre de minas de carbón y carboceléctricas sin equipos de captura de CO₂, la negativa a seguir otorgando nuevos permisos de exploración y extracción de petróleo y gas, la reducción progresiva de los límites de emisión de GEI en plantas industriales dentro o fuera de los mercados de carbono (cementerías, acerías, petroquímicas, refinerías, entre otras) o la prohibición de venta de vehículos con motores de combustión interna, son algunas de las decisiones políticas complementarias al apoyo de las tecnologías limpias. En dinero, este esfuerzo implica para nuestras economías triplicar el presupuesto de inversión en energías limpias al 2030, casi 5 millones de millones de dólares americanos anualmente.

10. Pacal, S., y Sokolow, R. (2004): "Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies". *Science*, Vol 305, Issue 5686, pp. 968-972.

4. RESPUESTA DEL SECTOR DE LA ENERGÍA EN GLASGOW

Durante la COP26, más de 12 organizaciones vinculadas con el amplio sector de la energía a nivel global y agrupadas en el Consejo de Transición Energética acordaron una agenda para el año 2022 para lograr avances sustantivos rumbo a la próxima COP27 a celebrarse en Sharm El-Sheikh, Egipto. En el sector de la transportación, la industria de la aviación, automotriz y marítima manifestaron por primera ocasión su vinculación a la meta de vehículos emisión cero (en ciclo de vida), creando una masa crítica de corporaciones capaces de cambiar el mercado en muy corto plazo (gráfico 7). La participación de fabricantes y usuarios empresariales de vehículos automotores le da credibilidad y viabilidad a estas declaraciones y compromisos.

Gráfico 7. Principales resultados y compromisos del sector energía en Glasgow



Los países y corporaciones energéticas se comprometieron también a reportar ante la IEA, que realizará, junto con el Secretariado del Consejo de Transición Energética, diálogos temáticos y un reporte de avances de la transición, útil en la reunión Ministerial que deberá celebrarse antes de la COP27 para definir nuevos y más ambiciosos compromisos (gráfico 8). Todo esto, claro, quedó comprometido antes de la disrupción del mercado energético global y el alza de precios en los combustibles creados por la guerra contra Ucrania.

Gráfico 8. *Agenda 2022 del sector Energía y su Proceso de Seguimiento Ministerial*



Esta agenda tiene como objetivo lograr los primeros cinco hitos sectoriales que deberían mostrar un punto claro de inflexión en favor de la transición energética esperada. Los siguientes cinco hitos cubren más del 50% de las emisiones globales:

1. *Energía*: lograr que la energía limpia sea la opción más confiable y costo-efectiva a nivel mundial en 2030 para cubrir las necesidades de electricidad globales.
2. *Transporte carretero*: lograr que los vehículos de cero emisiones sean el estándar, haciéndolos accesibles, comprables y sustentables en todo el mundo.
3. *Acero*: lograr que el acero de muy baja emisión de GEI (casi cero) sea el dominante en el mercado global, alcanzando una producción y uso eficientes en el 2030.
4. *Hidrógeno*: lograr que el hidrógeno verde sea accesible en 2030.
5. *Agricultura*: lograr que la agricultura resiliente y sustentable sea la opción más atractiva y ampliamente aceptada en 2030 a nivel mundial.

5. RESETEAR AL SECTOR FINANCIERO ES FUNDAMENTAL

La OCDE estima que no es más oneroso adaptar y hacer compatible la infraestructura urbana y productiva con un futuro de bajas emisiones de GEI que sea a su vez resiliente¹¹. Pero esto exige una masiva reasignación masiva de los capitales internacionales y nacionales en las iniciativas y proyectos alineados al Acuerdo de París; algo que se esperaba que sucediera durante los planes de recuperación económica de la pandemia. Todas las fuentes de financiamiento son importantes en esta reasignación. Nuevos e innovadores instrumentos financieros, apoyados por la digitalización, pueden crear oportunidades de diversificación de las fuentes de financiamiento. Pueden también ayudar a alinear los intereses de los sectores público y privado en el suministro y gestión de la infraestructura y, al mismo tiempo, optimizar la estructura de capital y reducir el costo de este para los sectores público y privado simultáneamente.

Cada vez hay más conciencia de que la divulgación inadecuada de los riesgos y oportunidades climáticas puede provocar una fijación de precios errónea de los

11. OECD (2018): *Financiando los Futuros Climáticos. Repensando la Infraestructura*.

activos y el capital. Por eso, incorporar la perspectiva climática en las decisiones y estrategias de inversión en todo el sistema financiero requiere actuar en diferentes frentes (gráfico 9). Las áreas de acción prioritaria son:

- Fomento de la integración y transparencia de una evaluación del impacto y riesgo climático en las estrategias y decisiones de inversión.
 - ✓ Taxonomías de proyectos verdes.
 - ✓ Cambio en las regulaciones que impiden la toma de decisión a favor de proyectos benéficos a largo plazo.
- Incorporación (regulada y/o voluntaria) de las métricas y esquemas ESG de sustentabilidad, responsabilidad social y gobernanza.

Gráfico 9. *Acciones esperadas en el sistema financiero internacional*



En virtud de que la industria financiera prefiere las iniciativas voluntarias y la distribución de riesgos bajo un esquema de confianza y reputación institucional acreditada, la OCDE está desarrollando un marco de política de riesgos ESG, identificando barreras para soluciones de mercado eficientes y brindando recomendaciones de políticas a nivel gubernamental. Igualmente, y de acuerdo con la hoja de ruta del Grupo de Trabajo de Finanzas Sostenibles del G20, estamos trabajando con otras organizaciones internacionales para desarrollar Principios financieros de transición climática apropiados e integrales, que pretendemos finalizar en otoño de este año 2022. Estos esfuerzos están encaminados a contribuir en la necesaria estandarización y homogenización global de criterios de integridad ambiental, para impedir el denominado *greenwashing* en los productos financieros e instrumentos económicos que se desean asociar al Acuerdo de París y sus reglas de implementación.

6. UN PRECIO JUSTO A LAS EMISIONES DE CARBONO

El precio del carbono es la otra cara de la moneda de la financiación climática, es un componente esencial en cualquier estrategia de mitigación del cambio climático y su eficacia es vital para motivar decisiones adecuadas por parte de inversionistas privados. En la actualidad, el 23% de las emisiones de GEI,

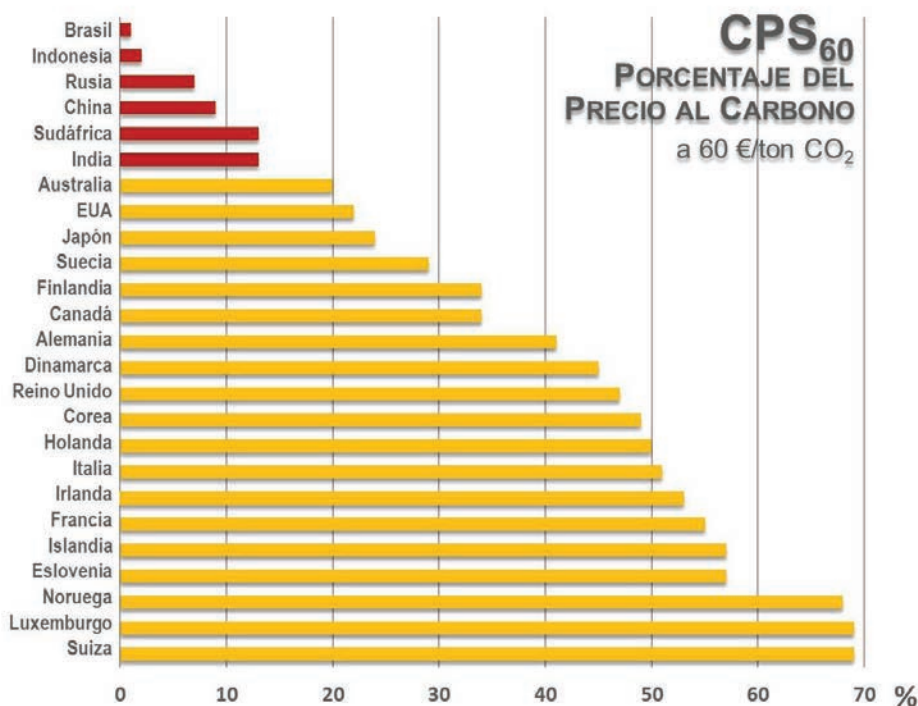
principalmente CO₂ y CH₄, poseen un precio de carácter fiscal (impuesto, pago de derecho u otro) y/o dentro de sistemas de comercio de emisiones¹²; sin embargo, estos varían de menos de 1 dólar a poco más de 130 dólares la tonelada emitida al año.

El precio de carbono debe reflejar teóricamente el costo social de las externalidades ambientales negativas que genera; sin embargo, este se ha establecido local o regionalmente en función de complejas negociaciones sectoriales de carácter fiscal o político. La OCDE ha establecido un indicador de cobertura y efectividad que tiene como referencia el valor de 60 euros la tonelada emitida o CPS₆₀ (gráfico 10), de tal suerte que se estima que, en 2018, de los 44 países OECD y del G20 que son responsables del 80% de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con energía, tienen un porcentaje de cobertura de las emisiones igual o por arriba de 60 €/tonCO₂ de 19% (gráfico 11).

Gráfico 10. *Enfoque OCDE de precios efectivos al carbono*



12. WBG (2021): *State and Trends of Carbon Pricing*. Consultado en <https://carbonpricing-dashboard.worldbank.org/>.

Gráfico 11. Valor del CPS_{60} en países OCDE y G20

Si bien es necesario fijar un precio a las emisiones de carbono, es fundamental eliminar los subsidios a los combustibles fósiles, los cuales son ampliamente perjudiciales para el medio ambiente en lo general, pero en especial en materia de política climática, pues contrarresta las señales económicas de Estado a los sectores contaminantes. La eliminación de subsidios a los combustibles fósiles es parte de las Decisiones tomadas en la COP26 y es una acción que contribuye también al cumplimiento de la Convención Marco de Biodiversidad y el futuro Tratado sobre Plásticos que el Programa de las Naciones Unidas prevé aprobar en dos años.

Los últimos datos de la OCDE muestran que, en 2020, los gobiernos gastaron 375 mil millones de dólares en subsidios y otro tipo de apoyo a los combustibles fósiles¹³. En contraste, el Instituto de Economía Climática estimó que los esquemas de fijación de precios del carbono generaron solo 56.800 millones de dólares durante el año fiscal 2020-2021¹⁴, un orden de magnitud más bajo.

En las circunstancias actuales de aumento de los precios de la energía, debido al conflicto en Ucrania, los gobiernos están aumentando los subsidios al consumo

13. Consultado en <https://fossilfuelsubsidytracker.org/>.

14. Consultado en <https://www.i4ce.org/download/global-carbon-account-in-2021/#:~:text=Carbon%20pricing%20schemes%20generated%20USD,revenue%20stems%20from%20carbon%20taxes.>

como una medida compensatoria. De hecho, antes de la injusta guerra de Rusia contra Ucrania, la IEA estimaba que los subsidios al consumo se duplicarían en 2021. Por lo tanto, a medida que aumenta la actividad económica y la demanda de combustible, debemos asegurarnos de que el apoyo a los combustibles fósiles continúe cayendo y que el gasto de recuperación del COVID-19 se centre en medidas que sean positivas para el medio ambiente y el clima.

Reformar el apoyo gubernamental ineficiente es un desafío político importante que merece mayor atención; al final, en la ecuación de financiación climática, el balance cero de las emisiones/remociones de GEI, la generación de riqueza con base en innovación y nuevos negocios y empleos verdes, así como el mejoramiento del bienestar social, son los resultados que deben prevalecer.

I. FINANZAS SOSTENIBLES

PRESENTACIÓN: FINANZAS SOSTENIBLES

ÓSCAR BARRERO

*Socio en PwC España, responsable de los servicios de
Consultoría en el sector de Energía & Utilities*

Antes de abordar los aspectos que hacen de las Finanzas Sostenibles un concepto transformador, no solo en el sector financiero, sino en las empresas y la sociedad, es importante primero enmarcar cuál es el contexto general en el que nos encontramos.

Nos encontramos ante un reto de transición energética que requerirá *un esfuerzo inversor incomparable que se convertirá en uno de los dinamizadores principales de la economía*. La ONU estima que los planes de desarrollo sostenible pueden generar, en la próxima década, más de 12 billones de dólares en oportunidades de inversión y más de 380 millones de nuevos puestos de trabajo en todo el mundo. Para apoyar estos esfuerzos, la Comisión Europea prevé movilizar al menos un billón de euros durante la próxima década. En España, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 ha cuantificado la inversión de más de 241 mil millones de euros en la próxima década en proyectos de desarrollo sostenible orientados al impacto en el medio ambiente.

La *crisis energética actual* nos va a obligar a *acelerar muchos de los objetivos*, además de requerir nuevas inversiones asociadas a la seguridad de suministro. La Comisión Europea ha diseñado un plan (*RepowerEU*) para que Europa sea independiente de los combustibles fósiles rusos mucho antes de 2030, empezando por el gas, teniendo en cuenta la invasión rusa de Ucrania. Esto puede reducir la demanda de gas ruso de la UE en dos tercios antes de finales de año. E implica diversificar el suministro de gas mediante mayores importaciones de GNL y gasoductos no procedentes de proveedores rusos, y aumentar el volumen de producción e importación de biometano e hidrógeno renovable; y reducir más rápidamente el uso de combustibles fósiles en nuestros hogares, edificios, industrias y sistema energético, impulsando la eficiencia energética, aumentando las energías renovables y la electrificación, y resolviendo los cuellos de botella de las infraestructuras.

El contexto macroeconómico que se ha caracterizado en los últimos años por *alta liquidez y bajos tipos de interés*, evoluciona hacia el futuro con una

perspectiva a medio y largo plazo muy distinta. La Reserva Federal (Fed) estadounidense cumplió con las expectativas del mercado y subió los tipos de interés otra vez esta semana, hasta el 0,5%. Que el Banco Central Europeo (BCE) siga la senda que inició el Banco de Inglaterra y que ha continuado la Fed es solo cuestión de tiempo.

Los operadores de mercado apuestan por una subida de tres cuartos de punto por parte del Banco Central Europeo este año, al estimar que la inflación récord obligará a los funcionarios a subir los costes de los préstamos por encima de cero. Los mercados están valorando el ajuste de al menos 75 puntos básicos adoptado por el BCE antes de diciembre, según los contratos *swap* (seguros que supeditan una operación a un tipo de interés) vinculados al tipo de interés a corto plazo del euro.

Por otro lado, las inversiones en renovables han suscitado el interés del mundo inversor, presentando unos fundamentales muy atractivos. Un *contexto regulatorio y de demanda social* en materia de ESG con una *incidencia cada vez mayor en el sector financiero y los mercados de capitales*.

Y, en este contexto, el *nuevo marco de financiación sostenible de la Unión Europea* (“Finanzas Sostenibles”) desempeñará un papel clave para cumplir con los ambiciosos objetivos climáticos y para apoyar una recuperación sostenible tras la pandemia de COVID-19 y la crisis actual energética y bélica.

Recordemos que las finanzas sostenibles son aquellas que adoptan un criterio ético e incluyen factores sociales y medioambientales en las decisiones de inversión a largo plazo. Esta nueva forma de enfocar las finanzas supone *un cambio de cultura para el mundo financiero* que, poco a poco, se está adaptando para satisfacer las demandas de un público cada vez más concienciado y una regulación que recoge esa preocupación social.

Las “Finanzas Sostenibles” son una palanca de transformación que afectará al modelo de negocio tanto de entidades financieras como de empresas, reorientando los flujos de capital hacia inversiones que permitan cumplir con los objetivos de sostenibilidad.

Y así lo estamos viendo en la evolución reciente de los mercados financieros. El mercado de la financiación sostenible en el mundo continuó en 2021 lo que parece una imparable andadura, con un crecimiento del mercado de los bonos sostenibles del 66,4%, hasta los 902.000 millones de euros, según las cifras ofrecidas por Environmental Finance. *En España, la financiación sostenible experimentó un fuerte avance en 2021*: la suma agregada ha alcanzado los 54.951 millones de euros, tras incorporar este año al total los datos de la financiación vía capital y los programas a corto plazo de notas y pagarés.

Además, en el último año hemos vivido algunos hitos que han supuesto un salto cualitativo significativo en el avance de las finanzas sostenibles para lograr un sistema financiero que integre plenamente la sostenibilidad.

En Europa, se ha empezado a definir una robusta taxonomía sostenible y ha sido también el año en el que ha visto la luz la nueva estrategia de la Comisión,

donde destaca, sobre todo, la nueva visión de la transición. Por primera vez se va a profundizar en cómo movilizar no solo más inversión en actividades netamente sostenibles, sino también en cómo acompañar a la economía en su conjunto.

Por otro lado, la integración del cambio climático en las prácticas de supervisión bancaria con el BCE a la cabeza, con la implementación de la guía de expectativas y su primer *stress test top-down*.

La Comisión Europea también ha adoptado el acto delegado que complementa el artículo 8 del Reglamento de taxonomía, que exige a las sociedades financieras y no financieras que faciliten información a los inversores sobre el comportamiento medioambiental de sus activos y actividades económicas (SFDR). Los mercados y los inversores necesitan información clara y comparable sobre sostenibilidad para evitar el blanqueo ecológico.

Por último, ha habido diversas iniciativas privadas del sector financiero, como la creación de la Glasgow Finance Alliance for Net Zero (GFANZ), una coalición de 450 entidades financieras con 130 billones de dólares en activos, que acoge a la Net Zero banking Alliance y con bancos que representan el 40% del sistema bancario. Es una señal inequívoca para los gobiernos y empresas de que el sector financiero se está preparando para financiar esta transformación.

De cara a 2022, se espera un fuerte crecimiento de la financiación sostenible, impulsada en parte por los fondos *NextGenerationEU*, suponiendo un factor adicional de cambio en los mercados financieros y una oportunidad de transformación para el sector bancario global. Los Fondos NextGen suponen para Europa más de 750 mil millones de euros entre subvenciones y préstamos, de los cuales más de un tercio se van a dedicar a los objetivos del *Green Deal*. Estos recursos se suman a los recursos del Marco Financiero Plurianual (2022-2027) con 1,074 billones de euros y los mecanismos de financiación europeos ya existentes, como el Banco Europeo de Inversiones, con más de 200 mil millones.

No obstante, quedan muchos retos pendientes y cuestiones a aclarar para que las Finanzas Sostenibles tengan una plena y efectiva implantación. Cuestiones y debates que afectan a reguladores y supervisores, inversores, financiadores y, en definitiva, a la sociedad en general. Algunas de estas cuestiones clave se han podido tratar en el foro de debate de FUNSEAM, contando con la inestimable opinión de Soledad Núñez (consejera del Banco de España), Emilio Ontiveros (presidente de AFI) y Sandra Lagumina (Socia y CEO Adjunta de Meridiam). Algunas claves son:

- ¿Cómo pueden afectar las nuevas regulaciones como el Reglamento SFDR y el Reglamento de Taxonomía de forma directa al sector financiero, pero también a las estrategias de financiación de las empresas? ¿El nuevo marco de financiación sostenible está transformando la relación entre empresas y financiadores, derivando en un incremento del apetito por nuevos productos de financiación sostenible (bonos verdes, préstamos verdes, etc.)?
- ¿Cuál es el papel de los Bancos Centrales, y en particular del Banco de España, como entidades supervisoras en este proceso de transformación

hacia un marco de financiación sostenible? ¿Las entidades financieras están internalizando adecuadamente el Reglamento de Divulgación de Finanzas Sostenibles (Sustainable Finance Disclosure Regulation, SFDR) que pretende favorecer la transparencia y divulgación sobre las características sostenibles de los productos y de las gestoras?

- ¿Cómo integran los fondos de inversión estas cuestiones en las decisiones de inversión? ¿Es el Reglamento de taxonomía, que pretende establecer un lenguaje común que los inversores y las empresas podrán utilizar para determinar qué es una actividad verde o sostenible y qué no, una herramienta eficaz, o carece todavía de un aterrizaje y claridad mayor para poder discriminar entre sectores de actividad elegibles?
- ¿Cuál es el grado de desarrollo de las Finanzas Sostenibles en España y Europa respecto a otras geografías? ¿Cuáles son los ámbitos de inversión o financiación sostenible en los que existe un mayor interés (renovables, transporte, agua, residuos, etc.)?
- En definitiva, ¿cuáles son las barreras y dificultades a las que se enfrentan empresas y financiadores en la respuesta a este cambio de mentalidad? ¿Cuáles son los factores clave de éxito en el camino que todavía queda por recorrer?

Estamos seguros de que el camino es todavía largo y lleno de retos y obstáculos, pero la sostenibilidad es una meta irrenunciable y alcanzable con el esfuerzo de todos. El sector financiero e inversor, como combustible que alimenta el motor de la economía, es un elemento clave en la transformación necesaria hacia un futuro más sostenible.

FINANZAS VERDES: UNA PAUSA PARA EL ESCEPTICISMO

EMILIO ONTIVEROS

Presidente de Analistas Financieros Internacionales (AFI)

1. EXPANSIÓN DE LAS FINANZAS VERDES

Es difícil minimizar la importancia que ha tenido la extensión de los criterios amplios de sostenibilidad al ámbito de las decisiones de financiación e inversión empresarial. Entre otros efectos, significó uno de los avances más importantes en la pretensión por conciliar la función objetivo tradicional de la empresa con nuevos propósitos que han tratado de reflejar demandas de carácter social, de buen gobierno y medioambientales. Especialmente estas últimas se han extendido a todos los subsectores de los sistemas financieros, traduciéndose en pautas de toma de decisión y referencias evaluativas cada día más vinculantes para los órganos de decisión en las empresas.

En la asunción de esas referencias las actitudes de algunos gestores emblemáticos de activos financieros han sido decisivas. Es el caso de BlackRock, el mayor del mundo por volumen de activos bajo gestión que, junto a otros, año tras año nos recuerdan que la viabilidad a largo plazo de las empresas está asociada al respeto a unas normas, a unos principios básicos de sostenibilidad. A pesar de algunas resistencias significativas de gestores financieros, el cambio climático ha sido crecientemente identificado como una fuente de riesgo sistemático, cuyas consecuencias ya no es necesario conjeturar.

Las amenazas de desinversión en empresas poco respetuosas con las exigencias medioambientales, en aquellas que no garanticen cero emisiones netas para 2050, se han extendido de forma significativa, como hemos tenido ocasión de verificar durante las sesiones de la reciente COP26 de Glasgow.

Todo ello significa que, junto a los planes de algunos gobiernos, y desde luego de la propia Unión Europea, vamos a vivir un cambio considerable en el panorama inversor en la dirección ya insinuada de reasignación de capital hacia compañías con prácticas robustas en temas medioambientales. Pero también es de esperar que esas preferencias inversoras se escoren hacia aquellas empresas con prácticas aceptables en asuntos sociales, y en temas de gobierno corporativo.

En ese contexto no se puede pasar por alto la creación de la coalición dirigida por el exgobernador del Banco de Inglaterra, Mark Carney, definidor de la “tragedia del horizonte”. La “Glasgow Financial Alliance for Net Zero (Gfanz)”, constituida el pasado abril por más de 450 bancos, aseguradoras y gestores de activos financieros pertenecientes a 45 países, se trata de operadores financieros con disponibilidades de capital privado por 130 billones de dólares comprometidos para satisfacer esos objetivos de emisiones cero en 2050. Relevante es el compromiso de que una parte de esos recursos vayan destinados a economías menos avanzadas, cuyas capacidades inversoras son menores.

Más allá de esas declaraciones de intenciones, los hechos han seguido revelando aumentos considerables en todos los indicadores expresivos del desarrollo de las finanzas sostenibles, desde los destinos inversores hasta la diversificación de instrumentos financieros. Así lo pone de manifiesto, por ejemplo, el volumen de emisiones de deuda calificada como sostenible que no ha dejado de crecer en los últimos años, y su progresión debería continuar en los siguientes si las circunstancias extraordinarias de carácter geopolítico que pesan internacionalmente no condicionan el comportamiento de los mercados de bonos. A este respecto, es difícil minimizar el papel de las instituciones y empresas europeas en el importante desarrollo del mercado de bonos verdes desde su inicio. En su evolución reciente están influyendo muy favorablemente las expectativas creadas por las inversiones asociadas al fondo “NextGenerationEU”.

Todos los estudios de opinión avanzan la extensión de la comunidad inversora que se muestra sensible a la asignación de los recursos financieros a esos propósitos genéricamente sostenibles. No menos significativas son las muestras de extensión de la sensibilidad de los inversores, incluido el “activismo de los accionistas”, ahora particularmente atento a las prácticas medioambientales, pero también a las genéricamente amparadas en el buen gobierno corporativo o el respeto interno a los derechos de los trabajadores.

2. FUENTES DE ESCEPTICISMO

Estas verificaciones no impiden hacer lo propio con señales directamente expresivas de escepticismo acerca de algunas prácticas reflejo de, cuando menos, reticencias al estricto cumplimiento de exigencias sostenibles. A medida que se avanza en el escrutinio de las prácticas de las empresas y de los operadores financieros también se detectan limitaciones, anomalías e incluso manifiestas ilegalidades. Ello no es ajeno al más directo escrutinio que tanto la comunidad inversora como, desde luego, los supervisores realizan de las prácticas supuestamente sostenibles de los agentes económicos. A medida que se ha extendido el atractivo, la popularidad, también lo ha hecho la investigación acerca de las contradicciones, imprecisiones, o inadecuación de las regulaciones.

Quizás uno de los elementos recientemente más controvertidos es el propio cuestionamiento del cambio climático como una fuente de riesgo de inversión, suscitado recientemente por el responsable de gestión de inversión del banco HSBC, Stuart Kirk, en su comparecencia en la conferencia organizada el pasado

mayo por Financial Times, rechazando los planteamientos de políticos y bancos centrales sobre la magnitud de los riesgos climáticos y, consecuentemente, el peso de la regulación al respecto. Directamente defendió sin ambages que el cambio climático no constituía un riesgo financiero para los inversores.

Posicionamientos tales no son ajenos a prácticas tendentes, básicamente, a guardar las apariencias, al dominio del *marketing* sobre otro tipo de consideraciones, sin asumir plenamente las exigencias de sostenibilidad. Es el caso del denominado “*greenwashing*”, lavado verde de activos, tendente a mantener artificialmente las credenciales medioambientales mediante argucias o prácticas no admisibles¹. En el Financial Stability Report del BCE correspondiente a mayo de 2022, por ejemplo, se destaca un trabajo de Dilyara Salakhova y Martina Spqggiari sobre la incorporación creciente de esos riesgos asociados al cambio climático en los análisis de la estabilidad financiera. Se incluye un análisis de los riesgos de todo tipo, incluidos los de “lavado verde”, del camuflaje, en definitiva, de activos: algunas empresas con mayor visibilidad venden sus activos más contaminantes con el fin de satisfacer las exigencias de los inversores más exigentes. Pero al final esos activos contaminantes no desaparecen: su venta no descarga su potencial contaminador. Pero sí constituyen una fuente de negocio, de ingresos extraordinarios para los más desaprensivos, dificultando el control y rastreo de las vidas útiles de esos activos.

Sin menoscabo de la necesaria regulación, todo lo anterior aconseja un mayor grado de exigencia y control de los grandes inversores, desde luego los institucionales, de verificación de las credenciales, en ocasiones infladas. Ese escrutinio es tan importante como el exigido a los supervisores. La experiencia también en este ámbito de las buenas prácticas en finanzas sostenibles nos señala que el equilibrio entre suficiencia regulatoria y eficacia es una de las condiciones necesarias para que los avances en las finanzas sostenibles no sean compensados por la extensión de esas señales de escepticismo.

1. La Autoridad Europea de Valores y Mercados (ESMA, por sus siglas en inglés) publicó, el 31-5-2022, un *informe con orientaciones para las autoridades nacionales competentes (ANC) sobre la integración de los riesgos de sostenibilidad y su divulgación en la gestión de inversiones*. Según manifiesta, la principal finalidad del documento es la *convergencia* de la *supervisión* sobre fondos de inversión y combatir el “*greenwashing*” (práctica de “*marketing* verde” destinada a crear una imagen ilusoria de responsabilidad ecológica).

INSTRUMENTOS PARA FINANCIAR LA TRANSICIÓN HACIA UNA ECONOMÍA DE BAJO CARBONO: LOS BONOS VERDES

SOLEDAD NÚÑEZ

Consejera Ejecutiva del Banco de España

1. INTRODUCCIÓN¹

La transición hacia una economía de bajo carbono y el cumplimiento de los objetivos establecidos en los acuerdos de París implican un cambio estructural de calado que afecta a numerosos sectores de la economía y requiere inversiones importantes.

Hay diferentes estimaciones sobre el volumen de financiación necesaria para alcanzar el objetivo de no sobrepasar los 2 °C por encima de los niveles preindustriales y unas emisiones “Net Zero” en 2050 (cuadro 1). Estas estimaciones están realizadas bajo diferentes escenarios y cobertura de sectores, pero dejan claro que la inversión adicional anual media habrá de superar 4 billones de dólares anuales durante las próximas décadas para lograr una economía con bajo carbono.

Generar inversiones a esta escala es un objetivo posible, pero requerirá una acción decidida del sector público en políticas, inversiones y recursos, así como la del sector privado y la involucración de las entidades financieras en el cumplimiento de su función de canalizar recursos desde los ahorradores hacia los demandantes de fondos a través de los múltiples instrumentos de financiación. A fecha de hoy los avances son significativos, aunque todavía insuficientes, siendo los bonos verdes el instrumento de financiación que más se ha desarrollado.

1. Esta contribución es un resumen, actualizado, del epígrafe 3 de González y Núñez (2021).

Cuadro 1. Necesidades de inversión para el logro de los objetivos de París ⁽¹⁾⁽²⁾

Agencia Internacional de la Energía	La media de inversión energética anual mundial tendrá que aumentar a casi 5 billones de dólares (4,5% del PIB) para 2030 y a 4,5 billones de dólares (2,5% del PIB) para 2050, para conseguir que emisiones de CO ₂ nulas en 2050.
IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables)	Se necesitaría una inversión de 4,4 billones de dólares anuales durante el periodo 2021-2050 para limitar el calentamiento global a 1,5 °C.
Bloomberg New Energy Finance (BNEF)	Necesidades de inversión medias de inversión de entre 3,1 y 5,8 billones de dólares al año hasta 2050.
UN High-Level Climate Action	"Net Zero para 2050" requerirá una inversión total de 125 billones de dólares hasta 2050, y de 32,2 billones de dólares para el periodo 2021-2030 (Energía 16 billones, Transporte 5,4, Construcción 5,2, Industria 2,2, Combustibles de baja emisión 1,5 y Agricultura y Uso del Suelo 1,5).
Comisión Europea	Lograr una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del 55% para 2030 requeriría 520.000 millones de euros de inversión adicional al año. Plan europeo de inversiones (European Green Deal): movilizará al menos 1 billón de euros de inversiones sostenibles durante la próxima década.

⁽¹⁾ Las cantidades están expresadas en escala numérica larga.

⁽²⁾ Los documentos correspondientes se detallan en las referencias

2. BONOS VERDES

El bono verde es un tipo de instrumento de renta fija destinado a recaudar fondos para financiar proyectos climáticos y medioambientales específicos. Para recibir la certificación de bono verde es necesario que el bono siga unos principios (por ejemplo, los *Green Bond Principles* o GBP)², según los cuales el emisor debe identificar la actividad a financiar de forma detallada que debe pertenecer a una categoría elegible³, cuantificar el impacto, explicar la gestión de los recursos e informar regularmente sobre el uso de los fondos. Generalmente, un evaluador externo⁴ certifica que los principios que el emisor declara se siguen fielmente, con objeto de evitar el "lavado verde", es decir, que se declare como verde algo que no lo es.

La primera emisión de un bono verde la realizó el Banco Europeo de Inversiones en 2007 por un importe de 600 millones de euros. En los años siguientes,

2. Los *Green Bond Principles* se elaboraron por ICMA en 2014 y se actualizan, generalmente, una vez al año con objeto de recoger los últimos desarrollos del mercado (ver ICMA, 2018). Otros principios o estándares son los establecidos por *Climate Bond Initiative* (CBI). Algunas jurisdicciones, como China, han establecido sus propios estándares. Las agencias de *rating* también han elaborado criterios para valorar el grado "verde" de emisiones destinadas a proyectos potencialmente verdes (así como a tener en consideración aspectos relacionados con el cambio climático en sus *ratings* de empresas financieras y no financieras). La Comisión Europea está trabajando también en la elaboración de un standard europeo de bonos verdes.

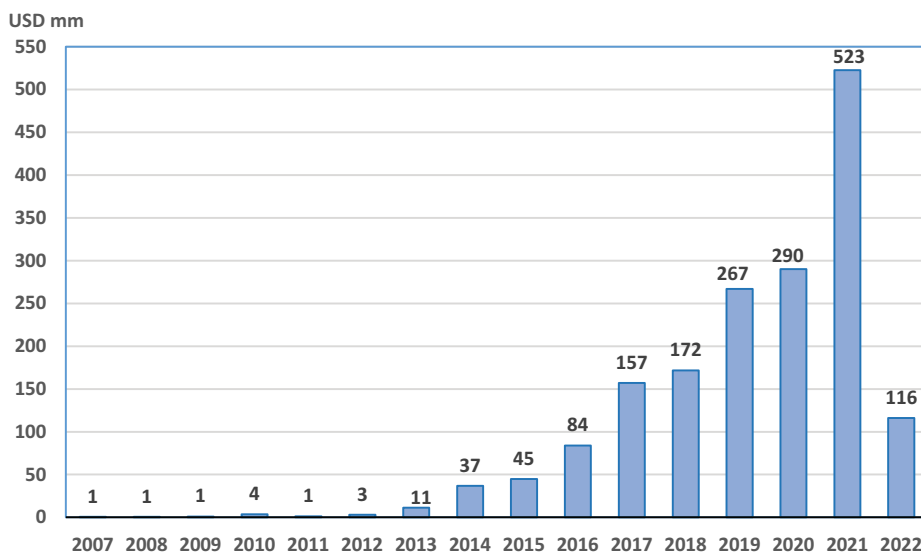
3. Por ejemplo: proyectos sobre energías renovables, eficiencia energética, reducción de emisiones contaminantes, proyectos sobre movilidad sostenible, conservación de la biodiversidad, proyectos tecnológicos para el reciclaje de materiales, iniciativas para la construcción de edificios sostenibles y otros.

4. Cicero, Sustainalytics, Vigeo Eiris son las instituciones más frecuentemente utilizadas para realizar estas evaluaciones. Actualmente, más del 86% de los bonos verdes tienen un evaluador externo, siendo los bonos verdes originados en China y en Estados Unidos los que presentan un menor porcentaje de evaluadores externos (ver CBI, 2022).

la emisión de bonos verdes estuvo dominada por las instituciones financieras internacionales (el propio BEI, el Banco Mundial, la International Finance Corporation y otros bancos de desarrollo).

El gráfico 1 describe la evolución histórica de la emisión de bonos verdes. Como se observa, la emisión de bonos verdes comenzó a crecer significativamente en 2014, año en el que se publicaron los GBP. La emisión acumulada desde 2007 hasta marzo de 2022 alcanza los 1.700 mil millones de dólares. Después de una cierta ralentización en la primera mitad de 2021, coincidiendo con los peores meses de la pandemia de COVID-19, el mercado de bonos verdes experimentó un considerable repunte y en 2021 la emisión creció un 75% con relación a 2020, emitiéndose un total de 2089 bonos verdes por un total de 523 mil millones de dólares. En el primer trimestre de 2022 se ha observado una cierta ralentización en la actividad emisora, posiblemente como consecuencia de la mayor volatilidad e incertidumbre observada en los mercados financieros a raíz de la guerra de Ucrania.

Gráfico 1. *Emisión de Bonos Verdes, 2007-2022*⁽¹⁾



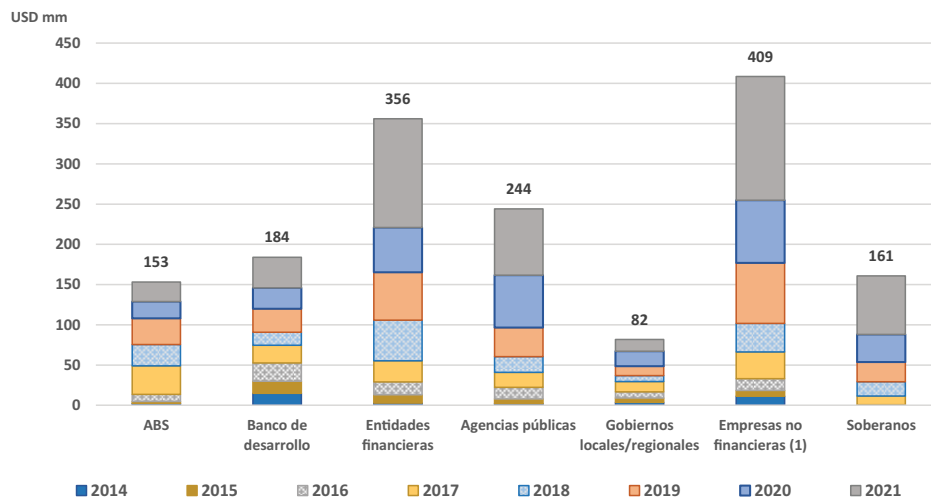
Nota: (1) Para 2022 incluye hasta marzo.

Fuente: CBI (desde 2014) y Dealogic.

Como se observa en el gráfico 2, los principales emisores de bonos verdes son las empresas no financieras (principalmente de los sectores de la energía, transporte e inmobiliario), con una emisión acumulada hasta 2021 de 409 mil millones de dólares. Las entidades financieras, con un volumen acumulado de 356 mm de dólares, son el segundo tipo de emisor más frecuente. Cabe destacar también la emisión de bonos verdes de titulización, siendo aquí la más activa la

agencia estadounidense Fannie-Mae, con una emisión total hasta marzo de 2022 de 104.000 millones de dólares.

Gráfico 2. Emisión por tipo de emisor



Nota: (1) Incluye algunos préstamos.

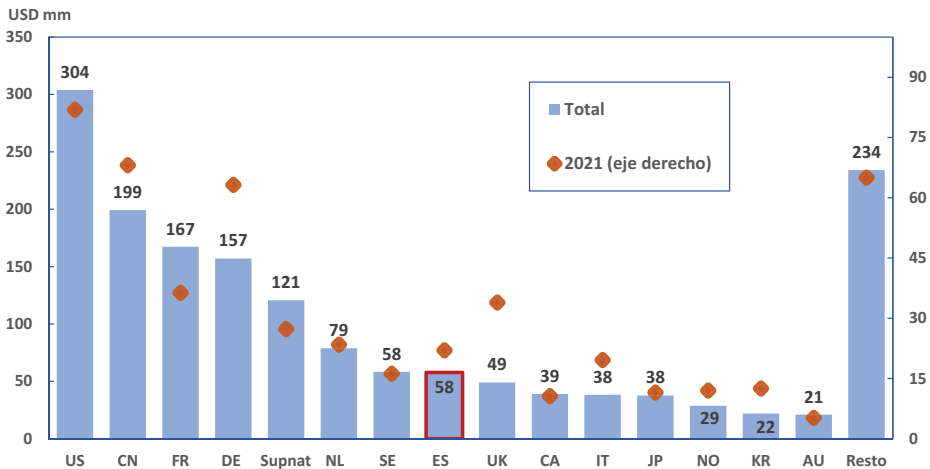
Fuente: CBI.

En general, el sector público, junto a las instituciones financieras internacionales, también son importantes impulsores del mercado de bonos verdes, con la emisión de bonos verdes por parte de gobiernos locales, regionales, agencias públicas y, desde 2016, los tesoros. El primer tesoro en emitir fue el polaco en diciembre de 2016 con una emisión de 750 millones de euros, seguido muy de cerca por el tesoro francés, que emitió 2.000 millones de euros en enero de 2017. Desde entonces, otros veintiún tesoros han emitido, con una emisión acumulada de 161.000 millones de euros. El Tesoro español emitió su primer bono verde en septiembre de 2021 por un total de 5.000 millones de euros. En marzo de 2022 ha vuelto a emitir 1.200 millones de euros del mismo bono. Cabe destacar que en octubre de 2021 la Comisión Europea emitió su primer bono verde, dentro del programa *NextGenerationEU*, por un volumen de 12.000 millones de euros. En enero de 2022 emitió mediante subasta 2.500 millones de euros, y en abril realizó una nueva sindicación, emitiendo 6.000 millones de euros.

Por regiones, la mayor parte de las emisiones corresponde a Europa, con un 46% de las emisiones durante el periodo 2014-2021. Le sigue la región Asia-Pacífico, con un 23%, y Norte América con un 21%. Por países, el principal emisor ha sido, hasta el momento, Estados Unidos (con 304 mm de dólares acumulados desde 2014 hasta diciembre de 2021), seguido por China (200 mm

de dólares) y Francia, con 167,2 mm de dólares). España ocupa el octavo lugar con una emisión acumulada de 57,7 mm de dólares hasta diciembre de 2021 (gráfico 3).

Gráfico 3. *Emisión por país, 2014-2021*

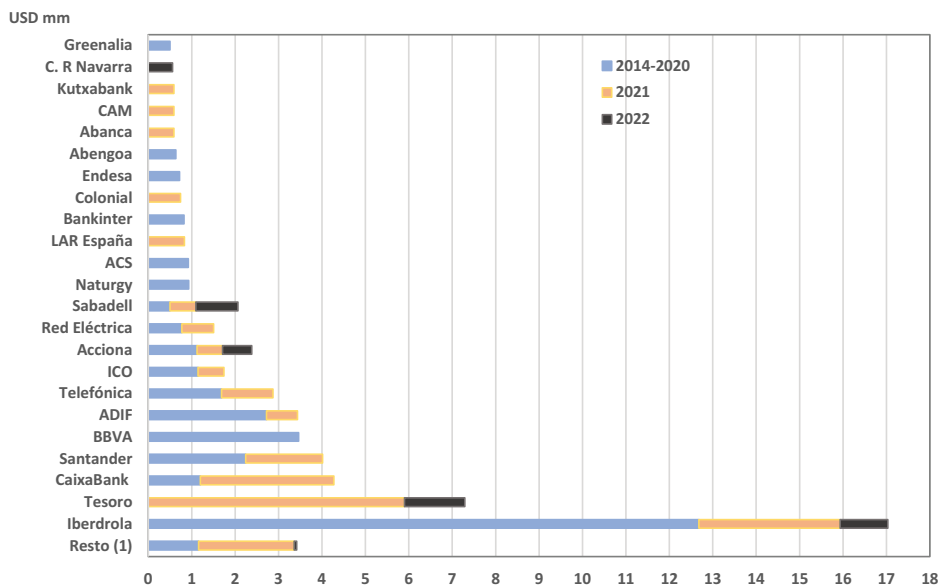


Fuente: CBI.

La primera emisión de un bono verde español la realizó Iberdrola en 2014 por un importe de 750 millones de euros. Desde 2014 y hasta abril de 2022 se han emitido un total de 61.400 millones de euros, siendo el principal emisor Iberdrola, con 17.000 millones de euros (gráfico 4). Hasta la fecha, Los emisores españoles han sido principalmente empresas no financieras, con una cuota del 51%, seguidas por las entidades financieras (28%), el Tesoro español (11,8%) y las entidades respaldadas por el Gobierno (Adif e ICO), con una cuota del 8%.

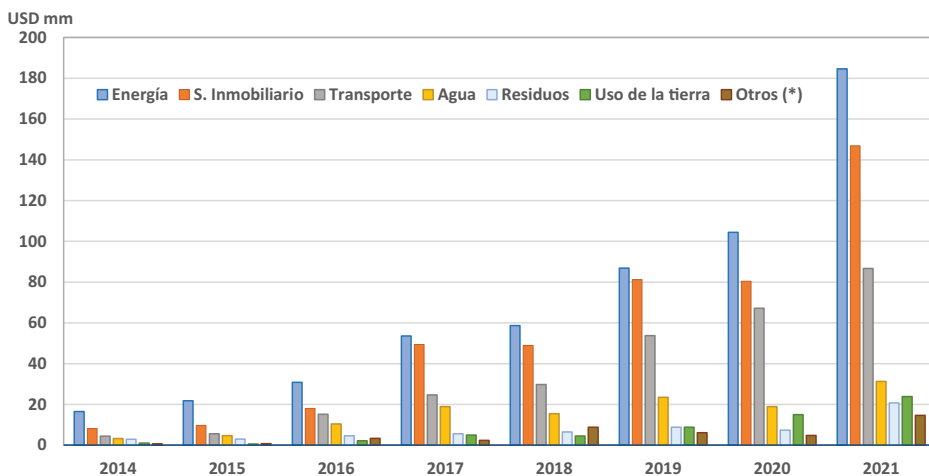
El gráfico 5 muestra el uso de los fondos obtenidos en la emisión de bonos verdes para el período 2014-2021, clasificados en nueve sectores utilizados en la taxonomía CBI⁵. Los proyectos del sector energético obtienen la mayor financiación verde, aunque a lo largo del período observado ha ido perdiendo participación a favor del transporte (que incluye infraestructura) y el sector inmobiliario. Los fondos recibidos por los sectores de energía y transporte provienen fundamentalmente de las emisiones de empresas no financieras (40% y 27% de los fondos recibidos, respectivamente), mientras que las entidades financieras son el principal financiador del sector inmobiliario (37,5%).

5. Ver CBI (2021) y CBI (2022).

Gráfico 4. *Emisiones españolas*

Nota: (1) Total de emisores con una emisión menor a 500 millones de USD.

Fuente: CBI y Dealogic.

Gráfico 5. *Uso de los fondos, 2014-2021*

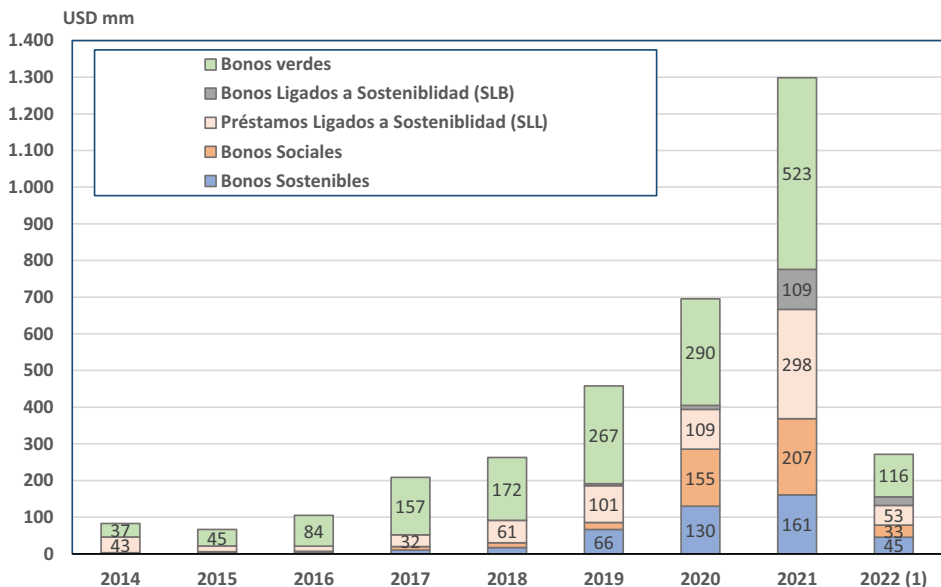
Nota: (*) Incluye Industria, TIC y usos sin especificar.

Fuente: CBI.

3. OTRA DEUDA SOSTENIBLE

Además de los bonos y préstamos verdes, otros instrumentos de renta fija sostenible, como los bonos sostenibles, los bonos sociales, los bonos vinculados a la sostenibilidad y los préstamos vinculados a la sostenibilidad⁶, están recibiendo una atención cada vez mayor por parte de emisores e inversores. El gráfico 6 muestra la evolución de estos mercados desde 2013. La emisión de estos instrumentos ha aumentado de forma muy significativa desde 2017, y especialmente en 2020, con un incremento global del 113% respecto a 2019, y una cuota del total de deuda sostenible superior al 40%, mientras que en 2017 esta participación fue apenas cercana al 8%. Una mayor conciencia política y social hacia la necesidad de un crecimiento económico más sostenible y la necesidad de luchar contra la desigualdad son fuerzas detrás de este crecimiento. Durante 2021 la actividad de este mercado se expandió aún más, si bien en el primer trimestre de 2022 se está observando una cierta ralentización.

Gráfico 6. *Emisión de Deuda Sostenible, 2014-2022*



Nota: (1) Primer trimestre.

Fuente: IFF. *Sustainable Debt Monitor & CBI (Green bonds)*.

6. En el caso de un *Bono Social*, los ingresos se aplican a proyectos sociales, como la promoción de bienestar (salud, educación, apoyo a las pymes, etc.) y que generan un impacto positivo en las comunidades. Un *Bono Sostenible* se define como un bono cuyos ingresos se destinan a financiar una combinación de proyectos verdes y sociales. Un *Bono Vinculado a Sostenibilidad* (“SLB”) es cualquier tipo de bono cuyas características financieras y/o estructurales varían en función del logro, por parte del emisor, de un objetivo predefinido de Sostenibilidad/ESG. Un *Préstamo Vinculado a Sostenibilidad* (“SLL”) es un préstamo con características que incentivan al prestatario a lograr ciertos objetivos de sostenibilidad.

En 2020, el segmento de deuda sostenible con un crecimiento más impresionante fue el de los bonos sociales. La emisión de estos bonos pasó de 18.000 millones de dólares en 2019 a 148.000 millones de dólares en 2020, siendo la crisis del COVID-19 un claro catalizador de este crecimiento y, en particular, el programa de ayuda temporal de la Unión Europea para mitigar los riesgos de desempleo en una emergencia, “SURE”, en el que se emitieron casi 40.000 millones de euros en el formato de bono social. Hasta marzo de 2022, la Unión Europea ha emitido un total de 91.800 millones de euros, muy cerca de la emisión total prevista de SURE (94.000 millones de euros). La actividad general del mercado en el segmento de mercado de bonos sociales se mantuvo también muy activa durante 2021, con una emisión total de 207.000 millones de dólares. La mayoría de los emisores en este segmento del mercado provienen de los sectores supranacionales, soberanos, gobiernos locales o regionales, bancos de desarrollo y agencias.

El mercado de la financiación vinculada a la sostenibilidad también viene experimentando un rápido crecimiento. En 2020, la emisión de bonos vinculados a la sostenibilidad (SLB) casi se duplicó a 11.000 millones de dólares, y en 2021 la emisión superó los 109.000 millones de dólares. La publicación de los Principios de Bonos Vinculados a la Sostenibilidad en junio de 2020 y el anuncio en septiembre de 2020 de la elegibilidad del bono SLB como garantía de acciones de política monetaria del BCE a partir de enero de 2021 para aquellos bonos con estructuras de cupones vinculadas a ciertos objetivos de rendimiento de sostenibilidad relacionados con el cambio climático o la degradación ambiental, han sido dos importantes impulsores de este crecimiento. Un segmento aún más dinámico es el de los Préstamos Vinculados a la Sostenibilidad (SLL), particularmente desde 2019, a raíz de la publicación de los “Sustainability-linked Loan Principles”, con un volumen de actividad durante 2021 de 298.000 millones de dólares. El formato de los préstamos vinculados a la sostenibilidad permite una aplicación más amplia que los préstamos verdes, ya que no requiere una definición de activos y proyectos verdes a financiar, sino que permite que una entidad se comprometa con objetivos de sostenibilidad que están vinculados a los términos de la deuda.

4. OTROS ASPECTOS DEL MERCADO DE BONOS VERDES

El mercado secundario de bonos verdes ha ido ganado liquidez a medida que se ha ido desarrollando. En este sentido, las bolsas de valores han desempeñado, y seguirán desempeñando, un papel importante en el desarrollo del mercado de bonos verdes al facilitar la liquidez, la transparencia y la integridad del mercado. La primera bolsa de valores en crear un segmento de bonos verdes fue la Bolsa de Valores de Oslo. Hoy en día, hay 22 bolsas con secciones de bonos verdes, siendo la más importante la Bolsa de Valores de Luxemburgo, seguida de Euronext París, la Bolsa Verde de Luxemburgo y Frankfurt. Además, desde 2014, se han lanzado varios índices de bonos verdes como Solactive Bond Green Index (el primero lanzado), MSCI Barclays Green Bond Index, BAML Green Bond Index, S&P Green Bond Index y China Bond China Green Bond Index. Los índices de bonos verdes

facilitan a los inversores el seguimiento del rendimiento de los bonos verdes y la comparación de los rendimientos y la volatilidad con otras inversiones, aunque actualmente existen múltiples índices con diferentes enfoques.

Numerosos estudios abordan la cuestión de si los bonos verdes se emiten a un precio mayor que los bonos convencionales comparables, esto es, los inversores están dispuestos a recibir una rentabilidad algo menor, un *green bond Premium* (o *greenium*) por invertir en un bono verde⁷. Si bien los resultados son mixtos, la evidencia más reciente parece favorecer la existencia de *greenium* moderado, en particular si el bono verde tiene una certificación o el emisor tiene credibilidad y reputación ESG. Pero el hecho de que los inversores estén dispuestos a recibir una rentabilidad inferior a la de un bono ordinario no significa que atribuyan un riesgo menor a los activos verdes, ya que el recurso de los bonos verdes que se utilizan para los estudios referidos es el emisor (es decir el banco o la IFI, o el tesoro, etc., que ha emitido el bono) y no el proyecto verde en sí. El *greenium* parece indicar la existencia de una decidida demanda por parte de inversores que buscan la etiqueta verde. Un indicador de esta fuerte demanda es que los bonos verdes presentan una fuerte sobresuscripción en la emisión. Por ejemplo, para los bonos verdes emitidos en euros la sobresuscripción en 2021 fue, en media, de 3,4 veces, mientras que para los bonos ordinarios fue de 2,7 veces (la demanda del bono español fue 12 veces lo emitido). La fuerte demanda de inversores que buscan etiqueta verde se manifiesta también en que, en el conjunto de emisiones del 2021, un 66% fue colocada a inversores que se definen “verdes”⁸.

Si bien la emisión de instrumentos verdes ha progresado, como se ha visto, notablemente en los últimos años, aún no alcanza la meta de 1 billón por año que se establece como compatible con las necesidades de financiación para lograr una economía de bajo carbono, y representa solo una pequeña parte de la emisión total de bonos (alrededor del 5%). La emisión de instrumentos verdes, y de bonos verdes en particular, tiene un importante potencial de crecimiento, pero para hacerlo tiene que superar importantes obstáculos.

Uno de los factores que obstaculizan una mayor expansión de los mercados financieros verdes y, por lo tanto, de la financiación verde, es la inadecuada valoración de los riesgos climáticos. Es decir, el riesgo climático no parece estar completamente reflejado en los precios actuales de los activos⁹. La evidencia empírica sugiere que hay dos factores principales detrás de esta valoración inadecuada de los riesgos climáticos por parte de los mercados financieros. En primer lugar, la falta de una adecuada información sobre ellos, y, en segundo lugar, las dificultades por parte de los participantes del mercado para evaluar correctamente las externalidades y los eventos de cola que están más allá de la distribución histórica de resultados. Los avances que se están produciendo en la información dada por las empresas y entidades financieras, en parte como consecuencia de los requerimientos regulatorios establecidos recientemente, así como el desarrollo de metodologías de valoración de los riesgos climáticos,

7. Para una revisión de la literatura, ver Liaw (2020) y González y Núñez (2021).

8. Ver CBI (2022).

9. Ver Monnin (2018).

contribuirán, sin duda, a superar los obstáculos que limitan el desarrollo de los instrumentos verdes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bloomberg New Energy Finance (2021): *New Energy Outlook 2021*. Julio.

CBI (2021): *Climate Bond Taxonomy*.

CBI (2022): *Sustainable Debt Global State of the Market 2021*. Enero.

European Commission (2021): *Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions Empty Strategy for Financing the Transition to a Sustainable Economy*.

González, C.I., y S. Núñez (2021): “Markets, financial institutions and central banks in the face of climate change: challenges and opportunities”. *Banco de España, Documentos Ocasionales 2126*. Octubre.

ICMA (2018): *The Green Bonds Principles (GBP)*.

International Energy Agency (2021): *Net-Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector*. Mayo.

IRENA (2021): *World Energy Transition Outlook: 1.5% pathway*. International Renewable Energy Agency. Junio.

Liaw, K. T. (2020): “Survey of Green Bond Pricing and Investment Performance”. *Journal of Risk and Financial Management* 13. Agosto.

Monnin, P. (2018): “Central banks should reflect climate risks in monetary policy operations”. *SUERF Policy Note*, Issue No 41.

II. INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES

PRESENTACIÓN: INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES

CARLOS SOLÉ

Socio responsable de energía y recursos naturales en KPMG España

El desarrollo de infraestructuras de las redes y sus necesidades de adaptación son un factor clave para alcanzar los objetivos de descarbonización en los sectores energéticos que encuentra uno de los pilares esenciales en el despliegue y penetración de las energías renovables.

Este proceso de evolución tiene como uno de sus retos principales la adaptación de las actuales infraestructuras de red a las necesidades que imponen las nuevas tecnologías. Tal es el caso del despliegue masivo de las energías renovables en electricidad con su volatilidad y variabilidad en la producción que impone el desarrollo del almacenamiento y otras herramientas para dotar de mayor flexibilidad al sistema. Como señala el PNIEC, *es importante desarrollar el marco normativo adecuado e impulsar determinadas actuaciones que permitan avanzar hacia un sistema eléctrico más flexible, que minimice vertidos y que aproveche mejor la infraestructura existente, mediante el uso del almacenamiento y la gestión de la demanda y criterios de conexión actualizados.*

Como instrumentos de esta adaptación el plan identifica la necesidad de adaptar los procesos de planificación de las redes de transporte y distribución. También se hace eco de que la planificación deberá tener en cuenta que en las próximas décadas el entorno en el que se opera sufrirá cambios sustanciales, consecuencia de los factores establecidos en el Plan hacia la descarbonización.

Además de los tradicionales requisitos de seguridad de suministro y fiabilidad, de los criterios técnicos establecidos, así como de los criterios económicos de sostenibilidad económica y financiera del sistema eléctrico y la compatibilización del desarrollo de la red de transporte de electricidad con las restricciones medioambientales que procuren la minimización del impacto medioambiental global, es necesario incorporar otros principios con el fin de agilizar el desarrollo de infraestructuras para el cumplimiento de los objetivos: la maximización de la penetración renovable en el sistema eléctrico minimizando el riesgo de vertidos y

de forma compatible con la seguridad del sistema eléctrico; la evacuación de energías renovables en aquellas zonas en las que existan elevados recursos renovables y sea posible ambientalmente la explotación y transporte de la energía generada, tanto en tierra como en el medio marino; la maximización de la utilización de la red existente, renovando y ampliando la capacidad, utilizando las nuevas tecnologías y reutilizando los usos de las instalaciones existentes; la supresión de las restricciones técnicas existentes y la reducción de pérdidas de las redes.

En el sector del gas natural también se deberán acometer los desarrollos de infraestructuras necesarias para el despliegue e impulso a los gases renovables, el biometano y el H₂. Como señala el PNIEC, *para el mercado del gas se considera prioritario optimizar el uso de la capacidad de interconexión ya existente para facilitar el acceso a otras fuentes de gas y avanzar hacia la convergencia de precios, antes de acometer nuevas infraestructuras.*

El biogás es el gas renovable que tiene la primacía en el corto y medio plazo, por aspectos de desarrollo tecnológico, potencial disponible y costes de producción. Tras su enriquecimiento hasta biometano, puede tener los mismos usos y usuarios y utilizar la misma infraestructura que el gas natural. Es especialmente interesante para descarbonizar aquella demanda, habitualmente ligada a usos térmicos en la industria, que es difícil de descarbonizar con otras renovables.

A un mayor plazo para su desarrollo será relevante, según el plan, contar con el hidrógeno de origen 100% renovable (tanto el recurso como la energía empleada en el proceso de obtención) como vector energético y flexible, que permite integrar la electricidad renovable variable excedentaria y el uso de las infraestructuras de gas.

También contempla el plan el impulso al desarrollo de los *biocombustibles avanzados que requiere un impulso específico de su producción, que todavía es muy reducida.*

El Plan contempla unas necesidades globales de inversión del orden de 240.000 millones de euros, de los que 58.000 millones se destinan a las redes y la electrificación y 4.000 millones específicamente a hidrógeno.

También en el Plan de Recuperación y Resiliencia, como herramienta para la ejecución y asignación de los fondos *NextGenerationEU*, en su estructura de políticas palanca, componentes, reformas e inversiones, dedica dentro de la política 3 “Transición Energética Justa e inclusiva”, la Componente 8 a las “Infraestructuras, la promoción de redes inteligentes y despliegue de la flexibilidad y el almacenamiento”, asegurar la transformación del sistema energético para garantizar que sea flexible, robusto y resiliente. Se destina una dotación 1.365 millones de euros para este objetivo.

Asimismo, se incluye la Componente 9 sobre la Hoja de ruta del hidrógeno y su integración sectorial, con una dotación económica de 1.555 millones de euros y el objetivo de posicionar a España como referente tecnológico en producción y aprovechamiento del hidrógeno renovable, creando cadenas de valor innovadoras para establecer un entorno favorable al desarrollo y despliegue del hidrógeno

renovable como vector energético clave a futuro, en torno a una cadena de valor industrial innovadora basada en pymes.

Por tanto, una política energética que apunta y destaca la importancia de la contar con las infraestructuras de redes energéticas adecuadas y convenientemente adaptadas como vehículo esencial para alcanzar el despliegue y penetración de las energías renovables en la ruta hacia la descarbonización de los sectores energéticos y la economía en general.

LA NECESIDAD DE INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES

LUIS M. VIARTOLA LABORDA

Director técnico de Dragados, S.A.

Esta contribución se dedica, de una forma breve y conceptual, a justificar la necesidad de contar con infraestructuras resilientes capaces de mantener su funcionalidad aun en el caso de un sufrir un evento extremo. Estos sucesos disruptivos pueden ser de diferente naturaleza; por ejemplo, un cambio brusco en la demanda, derivado a su vez de cambios en el comportamiento social como los que se producirían en un escenario de cambio entre fuentes de energía; un ataque intencionado con el objeto de anular el funcionamiento de la infraestructura en cuestión; o el impacto causado por catástrofes naturales, entre otros.

En lo que sigue es este último tipo de sucesos el que se usa como hilo conductor de la exposición, aunque las conclusiones pueden extenderse a cualquier otro evento disruptivo, independientemente de su naturaleza.

El texto se ha dividido en tres bloques, el primero de ellos dedicado a mostrar la vinculación del concepto resiliencia con las infraestructuras; en el segundo bloque se expone la necesidad de dicho vínculo, mientras que el tercero y último se centra en cómo conseguirlo, es decir, qué mecanismos hay disponibles para dotar de resiliencia a nuestras infraestructuras.

1. INFRAESTRUCTURAS Y RESILIENCIA

El término infraestructura engloba muchos tipos distintos, y se puede hablar de infraestructuras de transporte, infraestructuras hidráulicas, o infraestructuras de generación y distribución de energía, entre otras. Todas ellas tienen en común que son el resultado de un trabajo, normalmente multidisciplinar, de ingeniería.

La ingeniería, como ciencia aplicada que es, cuenta con una base empírica muy importante. En las primeras realizaciones de ingeniería, donde se recurría a soluciones inspiradas por la observación y sancionadas por la experiencia, métodos empíricos por excelencia, esta base empírica era la dominante. La

racionalización de las ciencias –un proceso realmente reciente, pues aunque se inició el siglo XVII, no ha sido hasta bien entrado el XIX, e incluso los comienzos del siglo pasado, cuando ha permitido sustituir paulatinamente esta componente empírica por una sólida base científica o racional– no ha logrado suplantarla completamente.

Por tanto, esta componente empírica de la ingeniería persiste y sigue siendo fundamental. A este respecto, conviene recordar que una parte significativa de los progresos logrados en ingeniería tiene su origen en los esfuerzos dedicados a tratar de explicar los fracasos ocurridos que no fuimos capaces de anticipar con los conocimientos disponibles en su momento.

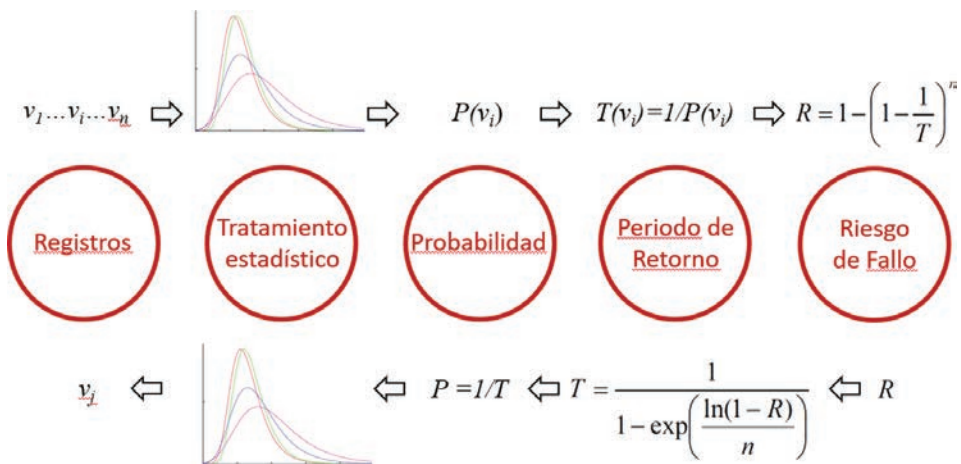
Y es también en esa parte empírica, basada en la experiencia y en la observación, donde se encuentra el vínculo que conecta las obras de ingeniería con el entorno en el que se desarrollan.

Del conjunto de acciones que debe soportar una infraestructura, hay algunas que se pueden determinar unívocamente por un método racional, como por ejemplo el peso, que como se sabe es el producto de la masa por la aceleración de la gravedad, pero otras no.

Así, la evaluación de las acciones producidas por fenómenos naturales (temperatura, lluvia, viento, oleaje, sismo, etc.) depende fundamentalmente de la observación, que como se exponía anteriormente es la principal herramienta del empirismo.

Para ello, la ingeniería ha desarrollado mecanismos para, a través de los registros de valores observados en series históricas, poder extraer datos seguros de dichas acciones para diseñar las infraestructuras (gráfico 1).

Gráfico 1. Acciones y riesgo de fallo



El procedimiento, en resumen, consiste en el tratamiento estadístico de estas series de valores para poder obtener la probabilidad de ocurrencia de un determinado suceso.

En ingeniería se trabaja con el Periodo de Retorno de un suceso, que no es otra cosa que el valor inverso de la probabilidad, para a partir de dicho periodo de retorno, determinar el riesgo de fallo en un determinado espacio de tiempo, que es en esencia el dato que realmente nos interesa: el riesgo de fallo.

De hecho, en el proceso de diseño el camino que se sigue es el inverso. Primero se decide el nivel de riesgo que se acepta, en función de la vida útil de la infraestructura. De ahí se obtiene un periodo de retorno asociado y por último el valor de la acción que debemos considerar en el diseño.

Este procedimiento se ha mostrado válido y seguro durante décadas, con series históricas de datos cada vez más amplias, pero estables.

Los datos habitualmente usados en el diseño de infraestructuras se corresponden con series de valores extremos: máxima intensidad de lluvia, máxima ráfaga de viento, máxima altura de ola. Y también este análisis de valores extremos se utiliza para analizar la demanda de uso de una determinada infraestructura: consumo eléctrico, caudal a suministrar, tráfico, etc.

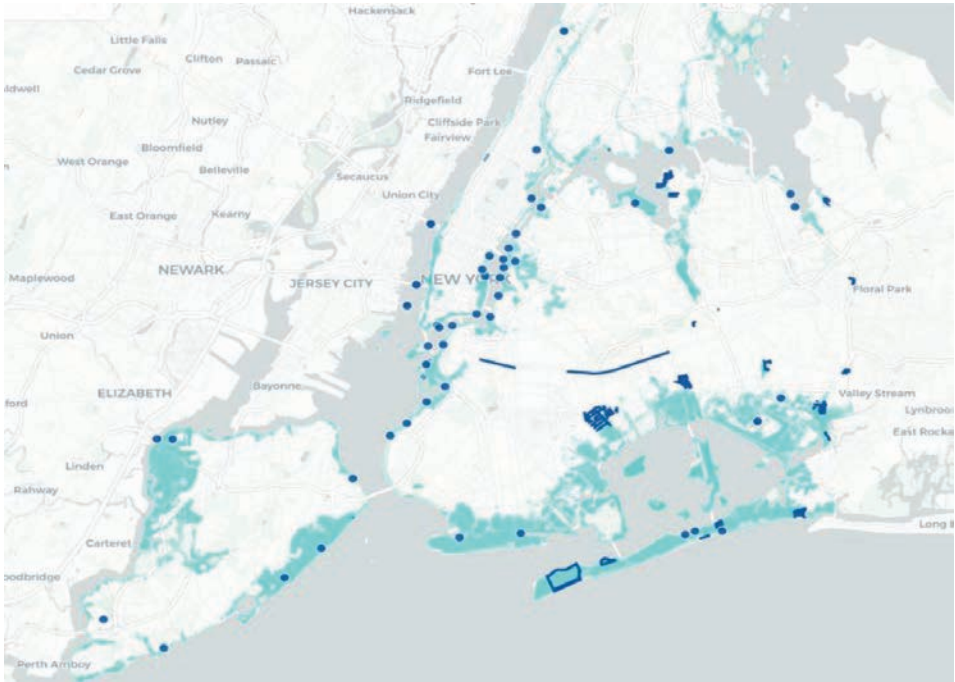
A modo de ejemplo, y centrándonos de momento en los valores de las acciones climáticas, son, precisamente, sus valores extremos, de acuerdo con los científicos, los más susceptibles de verse afectados por los efectos de calentamiento global, tanto en valor de pico como, sobre todo, en frecuencia.

La aparición de estos eventos extremos cada vez más frecuentes pone en cuestión la vigencia de las series históricas de valores que nos han servido durante décadas para dimensionar infraestructuras en función del nivel de riesgo asumido.

Un ejemplo lo tenemos en la afectación del huracán Sandy a muchas infraestructuras de la ciudad de Nueva York y su área metropolitana.

En el mapa 1 puede verse la inundación producida por dicho huracán, y, marcados por puntos azules, todas las infraestructuras que se vieron afectadas y que han sido adaptadas o están en proceso de adaptación.

Mapa 1. *Afectación de infraestructuras por la inundación producida por el Huracán Sandy en la ciudad de Nueva York y su área metropolitana*



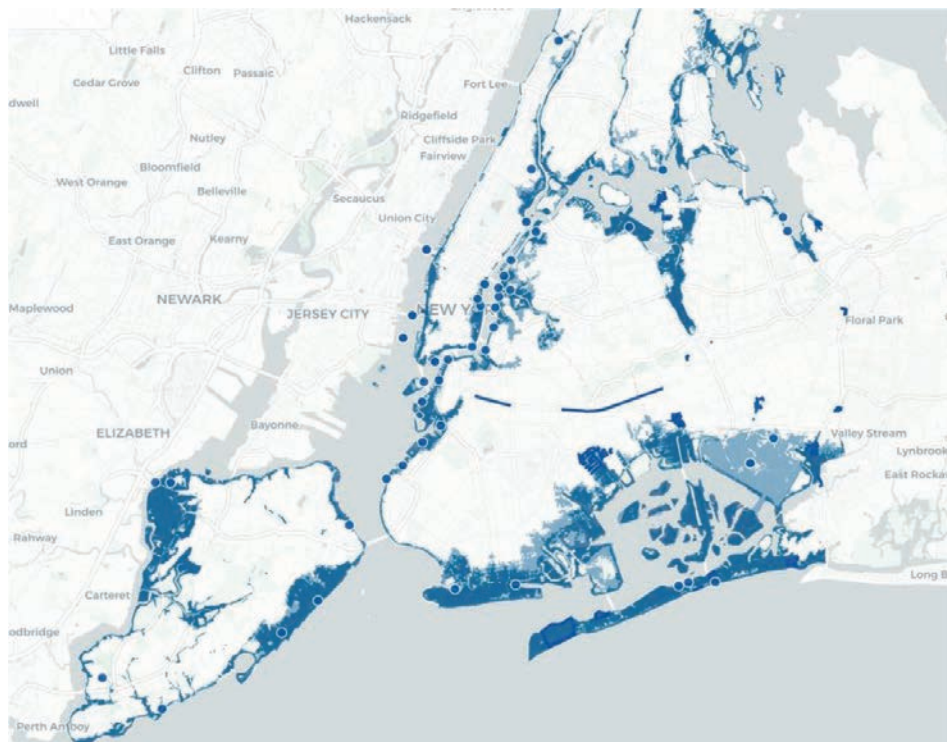
Fuente: <https://maps.nyc.gov/resiliency/>.

Mientras que el mapa 2 se muestra la revisión que las autoridades competentes hicieron tras el impacto del huracán Sandy de las zonas inundables para un periodo de retorno de 100 años. Se puede apreciar el cambio sustancial que ha supuesto esta nueva proyección.

Las proyecciones de este tipo van más allá de las series históricas utilizadas hasta el momento, que se basan en hechos observados, y surgen de la necesidad de anticiparnos y saber cómo los eventos naturales extremos, o los cambios de conducta del consumidor, pueden afectar los valores de las acciones, o la demanda de uso, que utilizamos para el diseño de infraestructuras.

En lo que se refiere a las acciones climáticas, estas proyecciones se han venido haciendo hasta la fecha desde distintos organismos y han permitido obtener una previsión de los valores extremos en distintos espacios temporales.

Mapa 2. Comparativa de zonas inundables para un $TR=100$ años en 2015 y proyección a 2050

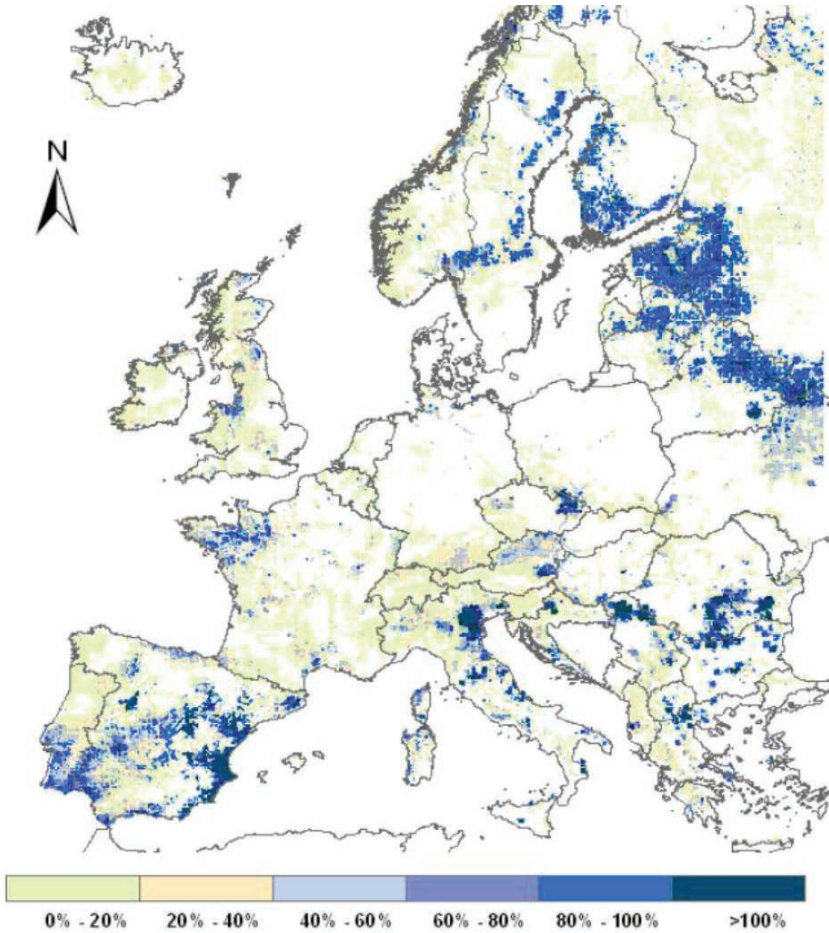


Fuente: NYC Panel on Climate Change (NPCC).

En el mapa 3 se puede ver, por ejemplo, la variación porcentual en el caudal de punta previsto para los años 2070-2100 con respecto a los del periodo 1990-2010 para la avenida de 100 años de periodo de retorno. Una variable que condiciona, entre otros aspectos, la socavación del cauce en las estructuras de cruce, o la capacidad del aliviadero de una presa y el consiguiente resguardo para la laminación de avenidas. Un resguardo que, al aumentar para hacer frente a una avenida mayor, hace que disminuya el volumen útil para otros usos, como por ejemplo la producción de energía eléctrica.

También se observa cómo nuestro país se encuentra dentro de las zonas más afectadas por estos cambios. La Aemet es la agencia encargada de elaborar estas proyecciones para España, que se pueden consultar en su página web, donde está actualizada la evolución de distintas variables en los nuevos escenarios RCP.

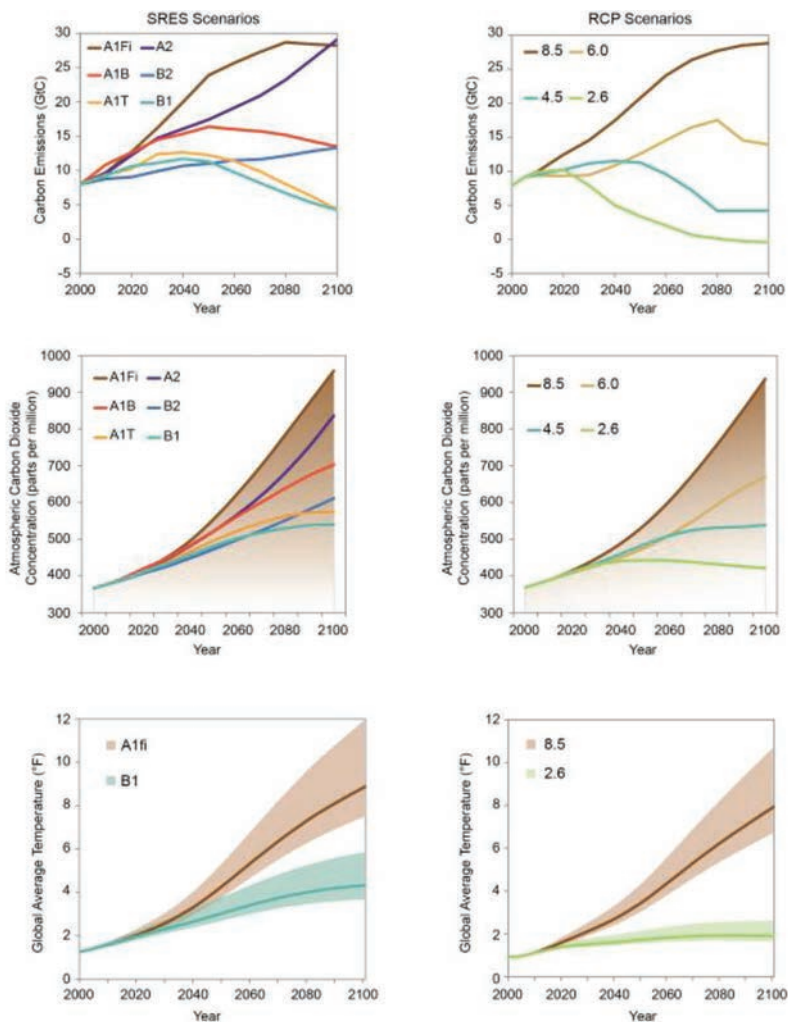
Mapa 3. Variación porcentual en el caudal de punta para la avenida de TR=100 años



Fuente: PESETA II Project.

Estas proyecciones se basan en una serie de escenarios definidos por los expertos, que tienen en cuenta la evolución de los gases de efecto invernadero en distintos contextos socioeconómicos, en los primeros escenarios SERS (*Special Report on Emission Scenarios*) o, según la tendencia reciente, en el valor del forzamiento radiactivo de los escenarios RCP (*Representative Concentration Pathways*) que van ligados, a su vez, a distintas concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Gráfico 2. *Distintas proyecciones de las emisiones y concentraciones de CO₂ en la atmósfera y de la temperatura media*



Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Como se puede observar en el gráfico 2, lo que muestran estos escenarios es una enorme dispersión en sus proyecciones a largo plazo, pues esta evolución depende de muchos factores, como por ejemplo la implantación de medidas de mitigación con una fuerte reducción de las tasas de emisión que conducirían a los escenarios más favorables, o la ausencia de dichas medidas que nos llevaría al peor de los escenarios contemplados: el RCP 8,5 vatios por metro cuadrado.

Llegados a este punto, si no podemos confiar en las series históricas de datos observados y las proyecciones muestran tanta dispersión, cabe preguntarse cómo deberíamos proceder para proteger nuestras infraestructuras en este escenario de incertidumbre. Escenario de incertidumbre que, como se ha dicho anteriormente, no se limita únicamente al clima, que se está tomando como ejemplo o hilo conductor en esta exposición, sino que afecta a otros muchos factores de los que depende el correcto funcionamiento de una infraestructura.

2. LA NECESIDAD DE INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES

Hay consenso científico en que, para proteger las infraestructuras de eventos extremos en escenarios de incertidumbre, lo que hay que hacer es dotarlas de resiliencia, que se ha convertido, por tanto, en un requisito adicional que debemos considerar a la hora de diseñar, construir y, también, de operar y mantener infraestructuras.

Conviene destacar la importancia de esto último, pues la operación y el consiguiente mantenimiento de una infraestructura constituyen la fase más importante en su ciclo de vida, mientras que las fases de diseño y construcción apenas abarcan un pequeño porcentaje de su vida útil. Aunque es cierto que es en estas dos etapas iniciales donde se toman las decisiones trascendentes sobre la infraestructura, las medidas que se implementan en las fases de operación y mantenimiento son, por su duración, determinantes en el correcto desempeño de dicha infraestructura.

Haciendo un repaso por la evolución de los requisitos que se exigen a las infraestructuras, se constata cómo estos se han ido añadiendo y evolucionando a medida que lo han hecho el cuerpo de conocimiento y las demandas de la sociedad.

Cuando se empezaban a crear las primeras infraestructuras, el reto era que estas fueran capaces de resistir. Por otro lado, y casi simultáneamente, se planteaban los requisitos de funcionalidad; la infraestructura debe, además de resistir, ser capaz de desempeñar la función para la que ha sido concebida. Este concepto de funcionalidad ha ido incorporando aspectos que tienen que ver con también con mantener un adecuado nivel de servicio y, cada vez más, con la confortabilidad y la fiabilidad en el uso. Posteriormente se fueron añadiendo requisitos de durabilidad, que aseguran una vida útil determinada, y de sostenibilidad, tanto ambiental como social. Cada vez son más habituales las exigencias de redundancia en una infraestructura. Se trata de evitar que el fallo de un único componente de un sistema lleve a este al colapso total.

Y finalmente, como ya se ha comentado, la resiliencia, que es la cualidad que permite hacer frente a la vulnerabilidad de las infraestructuras ante amenazas de todo tipo. Hemos visto el ejemplo de los riesgos naturales, pero también puede aplicarse, como se ha comentado, a otras amenazas como ataques terroristas o cambios bruscos en la demanda, entre otros.

La apuesta por infraestructuras resilientes es ya un hecho en todo el mundo. A modo de ejemplo, la Unión Europea tiene como uno de los principales objetivos la reducción de la Vulnerabilidad de las Infraestructuras Críticas por medio del aumento de su Resiliencia. Y resiliencia es el nombre que se le dio al programa bajo el que se engloba todo el proceso de adaptación de las infraestructuras afectadas por el huracán Sandy en Nueva York (ver de nuevo el mapa 1).

¿Qué debe tener un sistema para poderlo calificar como resiliente? Algunos autores proponen cuatro características básicas, las llamadas cuatro erres (*4R*). Dos de ellas se han comentado ya:

- *Resistencia/Robustez*: La capacidad de un sistema de no colapsarse totalmente ante una falla, sino conservar un mínimo necesario de funcionamiento.
- *Redundancia*: Que el sistema tenga suficientes elementos redundantes, para evitar que el fallo de un elemento desencadene el fallo del sistema completo.

A las que habría que sumar otras dos:

- *Recursos*: Que no debe entenderse tanto en su acepción económica, sino más bien en la capacidad de un sistema para adaptarse a situaciones extremas. A su flexibilidad ante escenarios cambiantes.
- *Rapidez*, en recuperar la funcionalidad del sistema después de un evento disruptivo.

Cuando el sistema es una infraestructura, la resiliencia se refiere a la capacidad de esta para soportar eventos extraordinarios sin colapsar. Se asume que la infraestructura puede resultar dañada por dicho fenómeno extremo, que la funcionalidad se ve afectada por el efecto del impacto, aunque no anulada (queda una funcionalidad remanente, ver gráfico 3), y que esta recupera su nivel anterior al evento disruptivo tras un periodo de tiempo t .

Como cualquier magnitud que se usa en ingeniería, la resiliencia se debe medir y poder comparar. En el gráfico 3, en donde se representa el coste marginal de la restitución de la funcionalidad de la infraestructura afectada en función del tiempo, se muestra la forma de cuantificarla. Cuanto menor sea este tiempo de recuperación y menores los costes totales de la misma, representados por el área de la curva inferior, se dice que una infraestructura es más resiliente.

3. CÓMO DOTAR DE RESILIENCIA A UNA INFRAESTRUCTURA

Una vez que se ha mostrado la necesidad de tener infraestructuras resilientes, el siguiente paso sería saber cómo se les puede dotar de esta resiliencia.

Para ello, en primer lugar, se debería distinguir entre las infraestructuras de nueva construcción de las ya existentes, pues la estrategia de adaptación varía.

En el caso de las nuevas infraestructuras, lo adecuado es revisar los criterios de diseño. Mientras que, en las infraestructuras existentes, que han sido diseñadas con criterios de riesgo de fallo basados en series de datos que han podido quedar fuera del lado de la seguridad, se podrían considerar dos posibles estrategias de adaptación.

Por un lado, una adaptación única para hacer frente de una sola vez a las amenazas de una infraestructura a largo plazo. O, por otro, una adaptación incremental que se va implementando en sucesivos intervalos de tiempo.

Gráfico 3. Curva de funcionalidad y costes de restitución

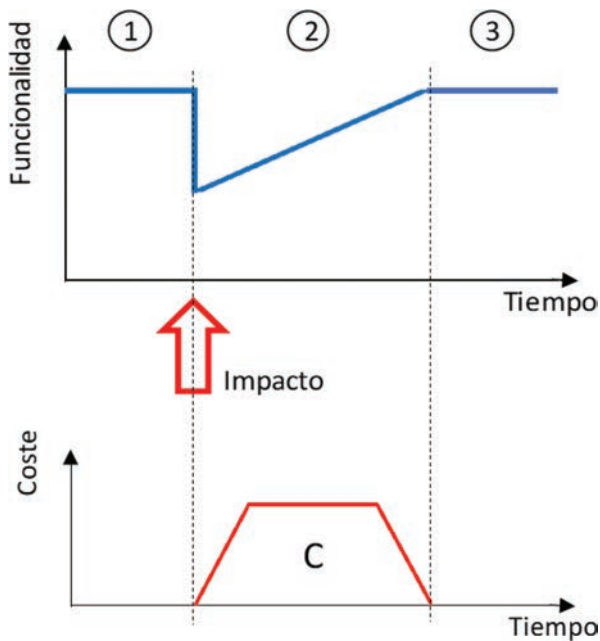
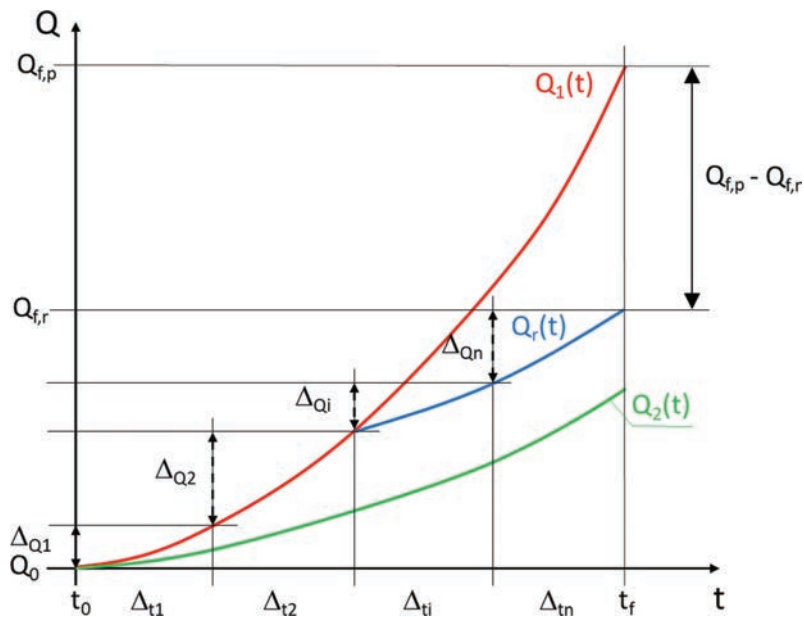


Gráfico 4. Adaptación incremental vs. adaptación única



Se ha visto que el escenario final puede variar mucho en función de las distintas proyecciones, por lo que una adaptación única tiene el inconveniente de fijar el objetivo final para el que se prepara la infraestructura. En el gráfico 4, donde se ha representado la evolución de una variable de diseño Q en función del tiempo t en dos escenarios, se trataría de elegir el valor de Q que dejara el diseño del lado de la seguridad y que, a la vista de los datos disponibles en este momento, sería $Q_{f,p}$, que es el mayor valor que alcanza dicha variable durante la vida útil de la infraestructura t_f .

Como alternativa, una adaptación incremental tiene la ventaja de gestionar la incertidumbre de forma iterativa. Se trata de dividir la vida útil de la infraestructura en una serie de intervalos Δt_i , y adaptar la infraestructura para el incremento en el valor de la variable ΔQ_i que se corresponde con la curva de proyección ajustada para cada momento. A medida que pase el tiempo, esta proyección será cada vez más fiable –representada en la gráfica como $Q_i(t)$ –, de manera que el objetivo final se va determinando de una forma más precisa. En el ejemplo del gráfico se alcanzaría a un valor final de la acción de $Q_{f,r}$ frente al valor $Q_{f,p}$ de la estrategia de adaptación única.

Con la adaptación incremental se reduce el riesgo de comprometerse con una inversión muy costosa que podría no ser adecuada o necesaria, de ahí que sea la estrategia recomendada para el proceso de adaptación de infraestructuras existentes.

¿Cómo se pueden desarrollar criterios fiables en esta estrategia de adaptación incremental para dotar de resiliencia a nuestras infraestructuras?

Ese fue el objetivo de Infrarisk, un proyecto de Investigación y Desarrollo al amparo del 7.º programa marco de la Unión Europea, en el que Dragados participó junto con otros diez socios europeos.

El proyecto estaba enfocado a infraestructuras críticas de transporte, que tienen también su cabida en un foro relacionado con la energía. De acuerdo con los datos publicados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para 2019 el transporte representa más del 40% de la energía total que se consume en España, correspondiendo solo al transporte por carretera un tercio de la energía consumida en nuestro país. Además, las carreteras pueden considerarse, a su vez, como una importante red de distribución de energía. Actual, pues una parte sustancial de productos petrolíferos (que representan más del 50% de la energía consumida en nuestro país) se transportan por carretera hasta los puntos de distribución al consumidor final, y también futura, si pensamos en el hidrógeno verde o en el biogás.

Uno de los primeros objetivos del proyecto Infrarisk era identificar las vulnerabilidades de la infraestructura, al nivel de sus componentes básicos, pues el límite del sistema se corresponde con el de su componente más débil.

La vulnerabilidad de cada uno de estos componentes depende del evento que se analice, y para cada par componente-evento, se asignan unas curvas de

fragilidad para cada nivel de daño. Por ejemplo, esta cimentación tiene una vulnerabilidad distinta frente a la socavación que frente a un sismo.

Con toda esta información, a través de una herramienta de análisis específica desarrollada dentro del proyecto Infrarisk, se somete a la infraestructura a una prueba de estrés.

Se trata de una transferencia horizontal de tecnología desde otros sectores, como por ejemplo la economía, banca, sistemas de información, tecnología de la comunicación, o de la energía, o el que se aplicó a las plantas nucleares, con las pruebas de estrés puestas a punto tras el accidente de Fukushima, y adaptar esta metodología a la evaluación de infraestructuras.

Con todo este análisis se trababa de:

- Comprender los límites de capacidad de un sistema. Es decir, identificar sus vulnerabilidades, o, dicho de otra forma, cuáles son sus fusibles ante diferentes eventos disruptivos.
- Priorizar la inversión para reforzar el sistema antes de que se produzca el impacto del evento extremo. Atendiendo en primer lugar a la mejora y actualización de sus fusibles dentro de esa estrategia de adaptación incremental que hemos visto anteriormente.
- Mejor capacidad de vigilancia.
- Actualizar los planes de crisis y emergencia por adelantado, esos recursos o flexibilidad referidos anteriormente, haciéndolos más eficientes.

En definitiva, dotar y, en su caso, aumentar la resiliencia de nuestras infraestructuras, haciendo un uso eficiente de los recursos que se ponen a nuestra disposición

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W.A., y von Winterfeldt, D. (2003): "A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities". *Earthquake Spectra*, 19.
- Gay Alanís, L. F. (2016): "Infraestructura resiliente: Desempeño sostenido en un mundo siempre cambiante". *Entretextos*, núm. 24 año 8.
- INFRARISK. *Novel indicators for identifying critical INFRAstructure at RISK from Natural Hazards* (<https://www.infrarisk-fp7.eu/>).
- IPCC (2014): "Climate Change 2014: Synthesis Report". *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.
- IPCC (2022): "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability". *Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the*

- Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- JRC Scientific and Policy Reports, European Commission Joint Research Centre (2014): “Climate Impacts in Europe, The JRC PESETA II Project”. Ciscar, J.C. (ed.).
- Miller, T.R., y Chester, M (2017): “6 rules for rebuilding infrastructure in an era of ‘unprecedented’ weather events”. <https://theconversation.com>
- New York City Panel on Climate Change (2013): “Climate Risk Information 2013: Observations, Climate Change Projections, and Maps”. C. Rosenzweig y W. Solecki (eds.), *NPCC2. Prepared for use by the City of New York Special Initiative on Rebuilding and Resiliency*, Nueva York.
- O’Rourke, T. D. (2007): “Critical Infrastructure, Interdependencies, and Resilience”. *The Bridge*, 37.
- Spivack, C., Walker, A., y Rosenberg, Z. (2019): “How New York City is preparing for the next Hurricane Sandy”. <https://ny.curbed.com> (actualizado 29 de octubre, 2019).
- Vugrin, E. D., Warren, D. E., y Ehlen, M. A. (2010): “A resilience assessment framework for infrastructure and economic systems: Quantitative and qualitative resilience analysis of petrochemical supply chains to a hurricane”. *25th International Conference of the Center for Chemical Process Safety 2010-2010 AIChE Spring Meeting and 6th Global Conference on Process Safety, March 21, 2010 – March 25, 2010*, 25th International Conference of the Center for Chemical Process Safety 2010 – Topical Conference at the 2010 AIChE Spring Meeting and 6th Global Conference on Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, San Antonio, TX, Estados Unidos, pp. 181-199.

INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO

ANDRÉS SUÁREZ FERNÁNDEZ

Global Strategy & Growth Lead y Ventures & Innovation Lead de Exolum

FÉLIX GÓMEZ CUENCA

Ventures Technology & Innovation Lead de Exolum

ROSA BAYO ÁLVAREZ

Public Affairs Lead de Exolum

1. LOS HIDROCARBUROS EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La descarbonización de nuestro sistema energético conlleva asegurar su transformación para garantizar que sea flexible, robusto y resiliente, de modo que pueda estar basado fundamentalmente en energías sostenibles en el largo plazo. Para ello, es necesario seguir adaptando las actuales infraestructuras de red y su digitalización. Desde sus orígenes, Exolum se ha dedicado tradicionalmente al transporte y almacenamiento de una amplia gama de graneles líquidos, especialmente productos refinados, químicos y biocombustibles, de forma sostenible y eficiente (gráfico 1).

Exolum es la compañía líder en logística de productos líquidos de Europa y una de las principales del mundo en dicho sector. En España posee una red logística calificada como una de las más eficientes a nivel mundial por la Agencia Internacional de la Energía, destacada por aspectos como la integración de operaciones de almacenamiento y transporte, la apertura del sistema y su flexibilidad. Esta red le permite configurarse como un actor relevante en la seguridad energética nacional, la continuidad del suministro y postularse como un *hub* logístico internacional en los principales puertos de España (gráfico 2).

Gráfico 1. Resumen de la red de activos del Grupo Exolum

Exolum has more than 90 years of experience in logistics management

Exolum is the leading logistic company of bulk liquid products in Europe

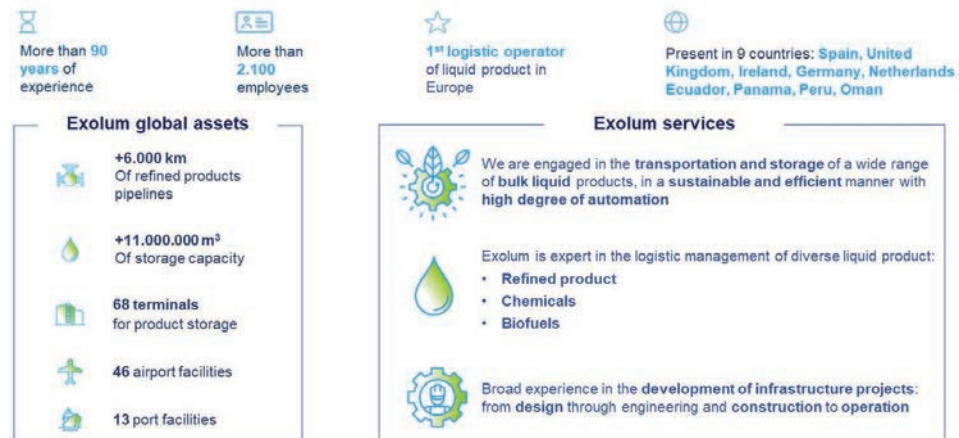


Gráfico 2. Presencia internacional del Grupo Exolum

Exolum operates in 9 countries

Exolum started its international expansion in 2014 and continue to grow

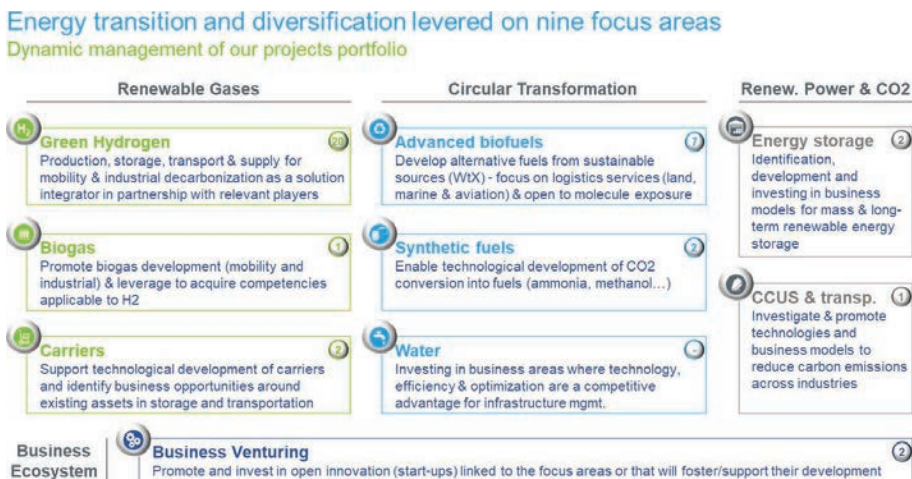


Las iniciativas sociales y legislativas que emanan de la lucha contra el cambio climático y de la necesidad de llevar a cabo una transición energética están impulsando a todos los agentes a evolucionar hacia una economía baja en carbono. Exolum afronta la transición energética con la voluntad de extender su experiencia logística a nuevos sectores, como los eco-carburantes, la economía circular o el desarrollo de nuevos vectores energéticos, como el hidrógeno, con el objetivo de crear soluciones innovadoras y sostenibles. Es en este marco en el cual el sector de los hidrocarburos se enfrenta a diferentes retos:

- *Garantizar la satisfacción de las necesidades en materia energética* (seguirá siendo la principal fuente de energía a nivel mundial), a la vez que se produce la transición hacia fuentes y vectores energéticos alternativos.
- Mejorar la *eficiencia de sus procesos* de forma que en el ciclo de vida de los productos y servicios la eficiencia vaya aumentando y que las emisiones por unidad de energía puesta a disposición de la sociedad vayan disminuyendo progresivamente.
- Encontrar los productos y modelos de negocio que le permitan continuar con su presencia en el mercado en el futuro escenario de economía descarbonizada; por lo tanto, se enfrenta a un reto relevante de *innovación tecnológica y de negocio*.
- Hacer evolucionar sus productos y servicios actuales hacia otros combustibles y vectores bajos en carbono. En esa línea podríamos situar el reto de desarrollo de *biocombustibles o eco-combustibles (e-fuels)*.

En línea con los nuevos retos del sector, y para contribuir en la descarbonización de la economía, además de continuar con su crecimiento en los sectores de actividad más tradicionales, Exolum está trabajando en diversificar sus modelos de negocio y ha establecido una serie de áreas prioritarias de actuación (gráfico 3).

Gráfico 3. Áreas de interés de Exolum en diversificación y transición energética



2. PRINCIPIOS DE APLICACIÓN EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Existe una coincidencia prácticamente universal respecto de la necesidad de iniciar una transición energética hacia la descarbonización que permita alcanzar los compromisos mundiales en control del cambio climático. Para maximizar el efecto positivo de dicha transición y eliminar las posibles distorsiones que pudieran emerger en un proceso de tanto calado, se deberían considerar los siguientes principios de diseño:

a) *Neutralidad tecnológica*

- *Principio de neutralidad tecnológica*, como exige el Pacto Verde Europeo para alcanzar los objetivos del mercado energético europeo. No pueden favorecerse unas tecnologías frente a otras, sino establecerse estándares que todas deben cumplir y que empresas y usuarios decidan las soluciones tecnológicas a desarrollar y utilizar.
- *Las mismas oportunidades deben aplicarse a la electricidad, el hidrógeno y los 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.
- *Amplia consideración de las tecnologías de hidrógeno existentes y en desarrollo, e igualdad de trato*. Contemplar e impulsar 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.

b) *Gobernanza*

- Potenciar la *colaboración público-privada y privada-privada* para optimizar recursos e impulsar integral o globalmente el desarrollo del hidrógeno a nivel país, 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 al hidrógeno.

c) *Marco normativo*

- *Marco normativo flexible* y adaptado que evolucione con el propio *desarrollo tecnológico*, con simplificación administrativa y máxima coordinación entre Gobierno Central y Comunidades Autónomas, y el conjunto con la Unión Europea.
- Optar por un *enfoque dinámico y gradual* –aunque previsible– y evitar regulaciones prematuras que generen mayor incertidumbre.

3. EL HIDRÓGENO RENOVABLE COMO VECTOR ENERGÉTICO

Desde Exolum apoyamos el *hidrógeno* como un *vector importante en la transición energética* y tenemos la *voluntad de desempeñar un papel fundamental* en este proceso, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático. Si bien en la actualidad el hidrógeno representa un desafío por su elevado coste y difícil rentabilidad, compartimos con las instituciones europeas y nacionales esta prioridad e interés por impulsar la economía del hidrógeno y valoramos positivamente los esfuerzos realizados en esta dirección.

En la transición hacia un nuevo escenario de producción y consumo de energía, la Unión Europea propone *tres vectores: electricidad, hidrógeno y eco-carburantes (e-fuels)*. Por lo tanto, el hidrógeno se constituye como uno de los vectores energéticos que jugarán un papel relevante en 2050 y posibilitará el logro de los objetivos europeos de descarbonización.

En el transporte en particular, la participación de estos tres vectores será similar en 2050, quedando todavía un cierto porcentaje cubierto por los combustibles minerales. De esta manera, la importancia del hidrógeno será equiparable a la de la electricidad, al igual que los *biocombustibles y los combustibles sintéticos que incorporan hidrógeno*, que tendrán un peso similar. En consecuencia, deben tratarse de forma equivalente el hidrógeno y la electricidad e incorporar los *e-fuels en igualdad de condiciones* que los dos anteriores. Estos combustibles, además de reducir las emisiones de CO₂, tienen la ventaja de que pueden incorporarse de manera inmediata y minimizar las inversiones y adaptaciones a realizar en el sector del transporte y movilidad en el país, ya que permiten utilizar las infraestructuras y vehículos ya existentes.

El hidrógeno renovable cuenta con unas características excelentes para convertirse en un vector energético relevante, aunque es conveniente resaltar dos aspectos específicos y relacionados entre ellos:

- *El coste de puesta a disposición del cliente del hidrógeno no es actualmente competitivo* en relación con el de otros vectores energéticos a los que podría sustituir. Existen estudios y perspectivas de disminución considerable del coste de suministro de hidrógeno, pero la realidad es que en el momento actual y en el corto plazo, los casos de negocio con costes reales de construcción de infraestructuras completas arrojan costes reales de venta del hidrógeno muy por encima de productos alternativos. El sobrecoste del hidrógeno dificulta su adopción por potenciales usuarios, sobre todo en momentos y sectores en que el coste del vector energético puede marcar la diferencia entre la viabilidad y no viabilidad del negocio. Al no ser competitivo en la actualidad, no existe hoy una demanda sólida que justifique el desarrollo de infraestructuras, y nos enfrentamos por lo tanto a un *círculo vicioso demanda-disponibilidad* que hasta el momento ha sido uno de los factores relevantes en el desarrollo del sector.
- Existen diferentes estrategias de desarrollo del sector del hidrógeno. Por un lado, la *producción centralizada en grandes instalaciones* a partir de las cuales se distribuye el hidrógeno a los centros de suministro o consumo;

y, por otro lado, una *producción descentralizada que estará adyacente al punto de consumo*, perdiendo beneficios de escala, pero a la vez minimizando o eliminando los costes de transporte. Una y otra estrategia tienen, como no podría ser de otra forma, ventajas e inconvenientes, que van desde la inversión necesaria para el desarrollo de infraestructuras, a las implicaciones en el desarrollo descentralizado de actividad en aspectos como el reparto geográfico de la generación de empleo.

Por lo tanto, el sector se puede desarrollar con infraestructuras, procesos, operaciones y tecnologías diferentes en función del peso de cada escenario. Una posición razonable es suponer que el sector se desarrollará a través de proyectos con tecnologías, infraestructuras y procesos diferentes y que se irán optimizando para cada uno de dichos escenarios.

Con el fin de contribuir activa y positivamente al desarrollo del hidrógeno en España, desde Exolum se ha diseñado y comenzado la implantación de líneas de acción para su desarrollo con la voluntad de participar en la configuración futura de dicho sector. A continuación, se relacionan las principales líneas de acción ya iniciadas desde Exolum, así como algunas acciones que conviene impulsar en el contexto de las distintas iniciativas, políticas públicas o normativas que puedan ponerse en marcha:

a) *Fomentar el uso del hidrógeno*

Exolum ha puesto en marcha proyectos de construcción de infraestructuras de producción y suministro de hidrógeno para la movilidad con el objetivo de colaborar en el despliegue de valles de hidrógeno y rutas de hidrógeno. En ese sentido se considera conveniente el impulso de una serie de políticas:

- *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 su competitividad.
- *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 en reacciones químicas de síntesis de productos, como vector energético puede ser utilizado en multitud de aplicaciones, tanto en la industria, como en el sector residencial o el 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 (pilas de combustible) y los costes de estas, y también del coste final de los elementos de uso (turismos, furgonetas, camiones, autobuses...). Por lo tanto, las medidas de apoyo deben favorecer el uso del hidrógeno, tanto desde el lado de la oferta, financiando el despliegue y adaptación de infraestructuras, como el de la demanda, con incentivos a los vehículos con pila de combustible que podrían focalizarse inicialmente en flotas de vehículos (transporte de larga distancia, camiones, vehículos policiales, flotas de taxis, autobuses y compañías de distribución).

b) *Producción*

Uno de los requisitos clave es el cumplimiento del principio de *neutralidad tecnológica* y que este debe aplicarse a las tecnologías de producción permitiendo el desarrollo de diferentes tecnologías. La misma neutralidad es necesaria en los posibles modelos de *producción-consumo*, donde debe primar la materialización de eficiencias, y que sean *los agentes económicos los que desarrollen los modelos más eficientes*. No obstante, lo anterior, consideramos que el desarrollo del sector podría verse favorecido si los diferentes agentes implicados diseñan acciones que impulsen algunas de las siguientes medidas:

- Tratar de forma equivalente a cualquier producción de hidrógeno que implique las mismas emisiones de CO₂. Se debería incluir de forma explícita los métodos de obtención a partir de biomasa y residuos y su categorización como hidrógeno verde.
- 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 en cada producción de hidrógeno.
- 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.
- Valorar la introducción de procedimientos administrativos más simples para la producción de hidrógeno por electrólisis fuera del ámbito industrial, a pequeña escala.
- 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.

c) *Transporte*

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. 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.

d) Almacenamiento y suministro

Exolum considera que este eslabón jugará un papel importante en la cadena de valor del hidrógeno y por ello tiene el objetivo de ser un actor relevante en él. Asimismo, considera que el desarrollo de las infraestructuras y operaciones necesarias se podría impulsar si se diseñan e implantan medidas en algunos aspectos críticos:

- Establecer un marco regulatorio de almacenamiento energético y medidas de desarrollo de las tecnologías asociadas. Uno de los factores limitantes de la penetración de energías renovables es el desfase temporal que existe entre los momentos de generación y 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 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 (10 MWh – 100 GWh), elevadas potencias (1 MW – 1 GW) y periodos de descarga elevados (días).
- El almacenamiento del hidrógeno requiere medidas de seguridad y debería entenderse que aquellas instalaciones que en la actualidad tienen la condición de APQ o IP 02, que podrían ser, con las adaptaciones 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.
- Cualquier tipo de instalación de almacenamiento de hidrógeno en suelo industrial (y no solo las estaciones de servicio) debería poder suministrar hidrógeno.

4. ENERGÍA QUÍMICA COMO VECTOR ENERGÉTICO: VECTORES LÍQUIDOS

El almacenamiento y distribución de hidrógeno puro es la forma actualmente extendida de manejo de la molécula de hidrógeno como vector energético, bien

sea en estado gaseoso o en estado líquido. No obstante, existen algunas tecnologías por explorar y desarrollar que pueden mejorar los costes de uso final del hidrógeno, mejorar la seguridad en la manipulación y uso, y simplificar las operaciones de almacenamiento y transporte. Consisten en la conversión del hidrógeno en moléculas diferentes, pudiendo utilizarse finalmente como tales moléculas o reconvertirse a hidrógeno en el instante previo a su uso final. Algunos ejemplos son los líquidos (combustibles) sintéticos normalmente denominados *e-fuels*, el almacenamiento y transporte en forma de amoníaco, o utilizando líquidos orgánicos transportadores de hidrógeno (LOHC):

a) *Formatos líquidos: LOHC*

Los líquidos orgánicos permiten transportar hidrógeno en estado líquido y requieren dos procesos para llevarlo a cabo: la hidrogenación en el punto inicial (mezcla del líquido con el hidrógeno) y la deshidrogenación en el punto de destino (separación del líquido del hidrógeno). A pesar de ser una solución prometedora, los líquidos orgánicos presentan algunos retos, como son el balance energético en el ciclo completo de hidrogenación/deshidrogenación y el número de ciclos limitado del líquido orgánico, lo que dificulta la gestión del ciclo de vida completo en un entorno de economía circular. Adicionalmente, el uso de estos LOHC complica el transporte al requerir la planificación de rutas de ida (suministro de H₂ con líquido hidrogenado) y vuelta (retorno del líquido deshidrogenado para nueva hidrogenación). En este contexto, Exolum está desarrollando varios proyectos de I+D en colaboración con otras empresas para estudiar el comportamiento de los líquidos orgánicos, su eficiencia/viabilidad económica y su posible aplicación.

b) *Formatos líquidos: e-fuels*

Entre los diferentes productos incluidos en esta categoría podemos mencionar los biocombustibles avanzados (obtenidos normalmente de materias primas renovables, frecuentemente incluyendo procesos de incorporación de hidrógeno) o los combustibles sintéticos obtenidos por reacciones de síntesis de compuestos hidrocarbonados e hidrógeno (*e-fuels*, PtX). Existe todo un espectro de tecnologías de producción de este tipo de compuestos a partir de las materias primas más dispares. Las autoridades europeas, además de considerar la participación de estos vectores en el *mix* de vectores previsto para 2050, los incluyen como vectores de emisiones nulas en la legislación vigente y/o en elaboración de combustibles para algunos sectores de más difícil descarbonización, como el sector marino o la aviación.

Desde Exolum se considera la competitividad potencial de esta solución para los sectores mencionados (marino y aviación), pero también para determinados nichos de movilidad terrestre. La Comisión Europea ha propuesto un objetivo de reducción de las emisiones de CO₂ de los coches y furgonetas para 2030 del 55% en comparación con 2021 y un objetivo de reducción del 100% para 2035, pero, por el momento, la Unión Europea no incluye ninguna forma de reconocimiento

del papel de los *e-fuels* sostenibles como vía de reducción de emisiones en estos segmentos.

Este tipo de vectores líquidos necesita, como la práctica totalidad de aplicaciones del hidrógeno, de un desarrollo tecnológico que debe estar apoyado por las administraciones. Al contrario que otras soluciones, la ventaja de estos vectores es que se incluyen de forma general entre los combustibles denominados “drop-in” porque no precisan del desarrollo de infraestructuras de almacenamiento y transporte, y también porque pueden ser utilizados por los mismos motores y equipos que actualmente utilizan combustibles minerales.

Consideramos que entre las iniciativas que pueden apoyar el desarrollo de esta solución de biocombustibles avanzados/combustibles sintéticos estarían:

- Establecer una cuota de obligatoriedad de combustibles sintéticos fabricados a partir de alguna fuente de carbono e hidrógeno verde, como sucede con otros vectores energéticos, iniciativa que empieza a incluirse en la legislación al respecto.
- Contabilizar las emisiones considerando todo el ciclo de vida de los vectores energéticos. Bajo este enfoque del ciclo de vida completo, cuando se alimenta con *e-fuels* sostenibles, el motor de combustión interna es una solución tecnológica equivalente a la electrificación y complementaria de la misma en la transición hacia una movilidad de emisiones nulas. Por lo tanto, consideramos conveniente incluir los combustibles renovables sostenibles en el reglamento revisado de las normas de emisiones de CO₂ para coches y furgonetas.
- Además de las infraestructuras existentes, debería tenerse en cuenta el alargamiento de la vida útil del parque móvil y de transporte actual, lo que evitaría incurrir en fuertes inversiones a nivel país 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.

5. EL ROL DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Además de las infraestructuras propiedad de Exolum y operadas por la compañía, a nivel europeo y mundial existe una amplia red de infraestructuras que, hasta el presente, han posibilitado el almacenamiento y transporte de combustibles para satisfacer las necesidades energéticas de la sociedad. Desde Exolum y desde las principales asociaciones del sector a nivel europeo se considera que las *infraestructuras logísticas ya existentes* deben jugar un papel relevante en la transición energética, puesto que, con las adaptaciones que sean necesarias, este aprovechamiento 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, ya que, si a la producción de hidrógeno se le añade la conversión de dicho hidrógeno en un vector manejable en las actuales infraestructuras, no sería necesario la construcción de nuevas.

La consultora líder en energía Trinomics realizó en julio de 2021 para la Federación Europea de Asociaciones de Almacenamiento (FETSA) un estudio (*Implications of the energy transition for the European storage, fuel supply and distribution infrastructure*) sobre el papel de las infraestructuras de almacenamiento, distribución y suministro de energía en la transición energética, poniendo de manifiesto la posibilidad de uso de estas infraestructuras para vectores de energía química de forma general y líquidos renovables de bajas emisiones en carbono.

Por su parte, la asociación de las industrias europeas del refino para las ciencias ambientales (CONCAWE) ha realizado un extenso estudio técnico-económico (*Re-Stream – Study on the reuse of oil and gas infrastructure for hydrogen and CCS in Europe*) sobre la viabilidad de uso de las infraestructuras actuales de transporte de combustibles líquidos y gaseosos para su uso como infraestructuras de transporte de gas.

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 disminuir las necesidades de inversión en nuevas infraestructuras (pudiendo destinarse capital a usos diferentes y reducir el coste final para el usuario), limitar el impacto ambiental derivado de la construcción de nuevas infraestructuras y el ahorro de las materias primas necesarias para la construcción de las 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.

6. EJEMPLOS DE PROYECTOS DE EXOLUM EN EL SECTOR DEL HIDRÓGENO RENOVABLE

El grupo Exolum maneja un portafolio extenso de proyectos para fomento de la producción, logística y suministro de hidrógeno. Los proyectos se encuentran en diferentes estados de maduración. Entre los proyectos más destacados se encuentran los señalados a continuación:

a) Proyecto de hidrógeno para movilidad

Exolum ha establecido la alianza Win4H2 con Naturgy. Las empresas han identificado un interés común en el desarrollo de proyectos de hidrógeno que permitan al sector de la movilidad beneficiarse del hidrógeno verde como vector energético. En este sentido han establecido un acuerdo para el desarrollo de corredores de hidrógeno que cubran la totalidad del territorio peninsular,

permitiendo que el nuevo vector energético tenga una penetración homogénea a lo largo de la geografía española y que cualquier usuario de movilidad pueda decidir optar por la solución del hidrógeno verde teniendo garantía de suministro en el 100% de la España peninsular. El acuerdo inicial comprende el desarrollo de una red de 50 hidrogeneras con una producción estimada de entre 4.000 y 7.000 t/año (mapa 1).

Mapa 1. Hidrogeneras de la Alianza Win4H2



Asimismo, en la esencia del propio acuerdo se incluye de forma preferente el establecimiento de relaciones y alianzas con diferentes empresas interesadas en el consumo de hidrógeno o en su participación en algún eslabón de la cadena de valor del hidrógeno. La razón de la cooperación con otros agentes es el entendimiento de que esta oportunidad de transformación debe permitir desarrollar a su vez nuevas tecnologías que, asociadas al desarrollo de competencias y habilidades en el tejido empresarial español, permitirán al país convertirse en uno de los referentes internacionales en el sector del hidrógeno renovable. Estas alianzas incluyen a generadores de energía renovable, fabricantes de equipos de producción, fabricantes de pilas de combustible, fabricantes de vehículos impulsados por hidrógeno, centros de investigación, constructores, empresas energéticas y otros agentes que están manifestando su deseo de invertir y desarrollar la industria del hidrógeno en el sector de la movilidad.

b) Proyecto de sistema integrado de producción y expedición de hidrógeno

Exolum está construyendo la primera planta de producción, almacenamiento, purificación, compresión y expedición de hidrógeno verde en la Comunidad de Madrid, en unos terrenos adyacentes a sus instalaciones de San Fernando de Henares-Torrejón de Ardoz. La planta se prevé que esté plenamente operativa en la segunda mitad de 2022 y producirá en un primer momento unas 60 toneladas al año de hidrógeno verde, inicialmente destinado para el sector de transporte pesado de mercancías y pasajeros.

Exolum utilizará como tecnología de producción de hidrógeno verde la generación con concentración solar y electrolizadores PEM miniaturizados, propiedad de la empresa Fusion Fuel, empresa con la que ha establecido un acuerdo, de forma que la planta, además de producción de hidrogeno verde, cumpla un segundo objetivo de desarrollo y demostración de esta tecnología.

INFRAESTRUCTURAS RESILIENTES: LECCIONES APRENDIDAS Y OPORTUNIDADES DE FUTURO

CLAUDIO RODRÍGUEZ SUÁREZ

Director de Infraestructuras de Enagás

1. INTRODUCCIÓN

Tras la crisis económica del 2008, se intensificó la consideración de los entornos VUCA (*Volatility, Urcentainty, Complexity, Ambiguity*) para garantizar una continuidad sostenible de los negocios en base a la adaptación de sus modelos de gestión a entornos de creciente complejidad y mayor incertidumbre. Sin embargo, nadie previó que su evolución adquiriese un carácter exponencial y global de tal magnitud que pusiese en evidencia nuestra capacidad real de adaptación al cambio previsto.

Resulta paradójico que a pesar de que hoy en día nos encontramos inmersos en una continua revolución tecnológica, en especial con un fuerte desarrollo de la inteligencia artificial, nuestra capacidad de prevención de desastres apenas si ha mejorado en los últimos 100 años, por poner el foco en un marco temporal sobre el que la información histórica resulta más precisa. Esto quizás sea consecuencia de que los desastres no ocurren de forma cíclica; o de que a partir del análisis de la información de los que han ocurrido en el pasado no es posible determinar cuándo estos pueden volver a suceder con exactitud; o de que para aquellos sucesos que sí son previsibles su impacto es subestimado, tanto –y principalmente– por la incapacidad de ubicarlo con precisión en el tiempo (y en buena medida el momento en el que un suceso ocurre tiene, como podemos comprobar en nuestro presente, mucho que ver con el impacto que genera), como por la asignación de una probabilidad de suceso inadecuada, muchas veces establecida en base a sesgos que nos recuerdan el “Mito de Casandra”, quien tenía el don de la predicción pero había sido despojada del de la persuasión.

Uno de los desastres más relevantes, y quizás más ejemplarizantes y de actualidad en el contexto energético actual, ha sido el accidente nuclear de Fukushima del 11 de marzo de 2011.

Tras la Segunda Guerra Mundial, con el desarrollo de la generación eléctrica nuclear, Japón identificó un riesgo a gestionar: el sísmico-nuclear. Desde

entonces desarrolló estudios y teorías, como la de huecos, fundó organizaciones, y con ello hasta fue capaz de identificar dónde existía la mayor probabilidad de suceso de sismos y el potencial impacto de estos sobre sus infraestructuras energéticas. Como parte de sus estudios, determinó que un suceso como el ocurrido no solo era probable, sino que, además, y en base a análisis históricos, pudo identificar el riesgo de afección a los sistemas de refrigeración de las plantas existentes en el área de influencia del sismo como consecuencia de la máxima altura de ola generada por el consecuente maremoto. Aunque dicha altura de ola suponía la necesidad de recrecer los muros de protección existentes en las centrales de Fukushima, y a pesar de que dicho recrecimiento no era superior al que otras centrales ya tenían, la medida no fue ejecutada, puesto que los operadores de la central, así como el gobierno local y el central, acordaron que su ejecución podía crear alarma entre la población.

Este suceso, más allá del desgarrador impacto local y en el corto plazo, generó dos notables efectos colaterales sobre el sector energético a nivel internacional: el primero, la paralización de los planes de futuro en el desarrollo de la energía nuclear, con Alemania como principal referente; y, el segundo, la transformación global del mercado del GNL, tanto por el efecto sobre sus precios, como muy especialmente por la forma en la que transformó el modelo de negocio del *midstream*, siendo España un referente por la forma en la que supo convertir sus plantas, diseñadas para atender la seguridad de suministro (SoS) nacional, en *hubs* logísticos, evidenciando que el GNL no era solo una solución madura de aprovisionamiento global, sino, logísticamente, la más eficiente y flexible de transportar y almacenar energía.

Sin embargo, no ha sido hasta 11 años más tarde cuando, en el actual escenario energético en donde la seguridad de suministro de Europa se ha visto gravemente afectada, hemos podido evaluar el verdadero impacto de esos efectos colaterales y comprobar, una vez más, la forma en la que el ser humano responde a los desastres, de forma reactiva e irreflexiva en el corto, pero acomodaticia en el medio y largo plazo.

Y es que de un lado están las consecuencias de la toma de decisiones en caliente, normalmente basadas en una evidente obiedad, pero que, sin una adecuada visión con perspectivas y reflexión oportunas, pueden causar mayores daños que los que se trata de evitar. El caso de la energía nuclear en Alemania es un claro ejemplo de ello, pues aquella decisión sin alternativas con el mismo nivel de madurez incrementó de forma progresiva la dependencia del sistema energético europeo de una única cadena de suministro, reduciendo notablemente su resiliencia.

Por otro lado, está la ralentización en la ejecución de las lecciones aprendidas cuando no existe un entorno exigente para su aplicación, siendo un buen ejemplo de ello el modo en el que la UE, si bien identificó de forma temprana que podía aplicar a su ecosistema de GNL las mejores prácticas empleadas por Japón para gestionar la inflación de precios derivada de su avidez global de GNL, desarrollando soluciones de aprovisionamiento conjunto e, incluso, de posicionamiento en el *upstream*, no supo implantar medidas para resolver los limitantes

de su extrapolación a Europa; limitantes que en un escenario de exigencia pueden determinar la no viabilidad de una medida que hoy cobra nueva y particular relevancia.

2. SOLUCIONES HOLÍSTICAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO, HACIA UNA RESILIENCIA “ADAPTATIVA”

Todos los desastres son una combinación de fallos del operador (entendiendo por ello los relacionados con la gestión de su ciclo de vida, desde el diseño hasta su operación y mantenimiento) y del sistema de gestión.

La publicación en 2004 de la norma *UK Pass 55*, y su evolución hasta la actual *ISO 55000*, supuso el desarrollo de soluciones integradas para minimizar ese tipo de riesgos en la gestión de activos, en especial los energéticos, bajo una visión holística y estableciendo un modelo de gestión capaz de asegurar la sostenibilidad en su gestión (tanto económica como medioambiental), maximizando la zona de evitación del “conflicto de intereses” que suele precipitar el desastre.

Este modelo ha permitido el desarrollo de una notable “resiliencia estructural”, esto es, capacidad de dar continuidad al negocio asegurando su capacidad de recuperación de las condiciones en las que este se encontraba antes de haber sido afectado por un incidente, y ello sobre la base de que las organizaciones establecen un mapa de riesgos que prioriza estos en base a la probabilidad de ocurrencia e impacto en el negocio, y a que a partir de este mapa elaboran procedimientos de actuación para mitigar los efectos en caso de ocurrencia. Toda esta dinámica conlleva un trasfondo procedimental y de cultura que permite que, incluso ante ciertos escenarios no priorizados en su mapa de riesgos, la organización tenga capacidad suficiente para asegurar la continuidad del negocio.

El COVID-19, y la simultaneidad de sucesos que han coincidido en el tiempo en estos algo más de dos años, ha puesto a prueba si dicha resiliencia estructural era algo suficiente o simplemente necesario. Pues nada de lo que ha sucedido puede adjetivarse como un suceso imposible o no previsible, ni la mayoría de los riesgos evidenciados se encontraban en el “top ten” de los mapas de riesgos de las organizaciones, ni los modelos de gestión estaban preparados para hacer frente a riesgos con simultaneidad en la ocurrencia; y, además, estos “nuevos riesgos” tenían un carácter notablemente diferencial a los contemplados en nuestros habituales mapas de riesgos debido a su carácter “tridimensional”, esto es: a) con crecimiento exponencial; b) mantenidos en el tiempo, y c) de carácter global.

Todo ello ha provocado:

- En primer lugar, una inadecuada clasificación de la naturaleza de los sucesos, que nos ha llevado a ver innumerables “Reyes Dragón” donde tan solo había un “Cisne Negro”, y la simultaneidad, que coexistía con unos cuantos “Rinocerontes Grises” indebidamente priorizados en nuestro mapa de riesgos. Una errónea clasificación que las más de las veces se ha utilizado como justificación antes que como oportunidad para evidenciar lo que “no sabemos que no sabemos”.

- En segundo lugar, la evidencia de que cada vez en más ocasiones, y debido al entorno de cambio acelerado en el que vivimos, volver a la posición de negocio anterior a un suceso puede llegar a ser inútil, porque el contexto de negocio ha cambiado de forma radical. El ejemplo más práctico para explicar esta situación es la diferente respuesta que a la pregunta acerca del nivel de resiliencia energético europeo se obtuvo tras el primer y más intenso año de pandemia, en torno a un 88%, y el valor crítico que en la actualidad percibimos.

En base a todo podemos confirmar que la resiliencia estructural es algo necesario, pero no suficiente, pues en el contexto actual su naturaleza estática limita la capacidad de respuesta y adaptación de la organización. Es necesario construir sobre ella “otra capa”, una capa tan dinámica como flexible, la denominada “resiliencia adaptativa” (*transiliencia* o *antifragilidad*, según diversos autores contemporáneos), ajena al mapa de riesgos específico y abierta al riesgo como concepto genérico que precisa de anticipación para permitir una respuesta temprana adecuada.

En resumen: hay que aprender a prepararse para lo peor, no solo para lo más probable, y hacerlo de forma sostenible. En un escenario de elevada incertidumbre, las grandes corporaciones deberían de hibridar su modelo de gestión bajo los principios de una *start-up*: “Think Big, Start Small, Scale Faster” (Jim Carroll).

3. EL SECTOR DE LA ENERGÍA Y LA RESILIENCIA DE SUS INFRAESTRUCTURAS, UNA REFLEXIÓN OPORTUNA

En buena medida, la pandemia, su particular tipología y la aún más particular exigencia de minoración de su impacto en plazo, ha acelerado el tipo de reflexiones que he compartido hasta aquí. Sin embargo, este tipo de riesgos no ha sido ajeno a nuestra sociedad, el cambio climático es totalmente asimilable al concepto de riesgo “3D” y, aunque quizás se trate del mayor riesgo al que jamás nos hayamos enfrentado, la ambición en la minoración de sus consecuencias se ha visto continuamente condicionada por diversos factores y dilatada en el tiempo.

Al margen de los más recientes y obvios acontecimientos, la ambición en la descarbonización se ha visto en buena medida limitada por tres motivos:

- La excesivamente optimista confianza en la capacidad de maduración tecnológica (TRL) en plazo y de forma sostenible, tanto económica como medioambientalmente, de los componentes del ciclo de vida (cadena de suministro y uso final) de los nuevos vectores energéticos, en especial el hidrógeno. Para ello deberían reducir en más de un tercio los tiempos de maduración históricos del sector de la energía para que su capacidad de impacto en 2050 sea efectivo. Un optimismo además ajeno a un condicionante adicional y cada vez de mayor relevancia, el “Social Readiness Level”.
- Las mayores limitaciones que estos nuevos vectores presentan para su desarrollo a gran escala, en especial en base a su menor “intensidad

energética” y especificidades tecnológicas asociadas, para mantener los niveles de SoS respecto a los sectores energéticos tradicionales. En lo relativo a almacenamiento, la única solución hoy día madura, costo/eficiente y de gran escala es el almacenamiento subterráneo salino; sin embargo, su desarrollo está condicionado por la disposición de un emplazamiento de características adecuadas cuyo desarrollo presenta plazos medios de *viabilización*.

- El retraso en la consideración de la capacidad de aportación del gas natural como elemento de transición, a pesar de su “coste de abatimiento diferencial” y la madurez de su capacidad de almacenamiento, transporte y uso final.

Desde el punto de vista energético, la naturaleza:

- Maximiza el uso de la luz solar.
- Gasta solo la energía que consume.
- Ajusta la forma a la función.
- Lo recicla todo.
- Premia la cooperación.
- Cuenta con la diversidad.
- Demanda tecnología local.
- Frena los excesos desde dentro.
- Saca partido de las limitaciones.

Y todo ello la convierte en el único sistema (natural y/o artificial) que dispone de un nivel de resiliencia 100% (estructural y adaptativo) y que, por tanto, debería convertirse en el referente para resolver el reto al que nos enfrentamos por medio de su imitación (*Biomimesis*).

El “Sector Coupling” es la mejor aproximación artificial a ello, en especial en el contexto europeo donde, en general, y salvadas algunas limitaciones de interconexión actualmente en análisis, los sectores de gas y electricidad disponen tanto de una notable vertebración geográfica no ajena a ninguno de los potenciales nodos de producción y demanda de los nuevos vectores energéticos, como del ejemplo de “coupling” efectivo gas-electricidad que suponen las centrales de ciclo combinado.

Una red gestionada con notable excelencia por el conjunto de los TSO y que presenta unos sobresalientes ratios de disponibilidad técnica y comercial, una notable eficiencia operativa en base a la ampliación de las mejores prácticas en la gestión de la integridad para permitir una sostenible extensión de los ciclos de vida de los activos y, en el caso de la red gasista, además, un avance comprometido para garantizar su neutralidad ambiental de forma compatible con los objetivos de descarbonización para 2040, destacando su liderazgo a nivel mundial en materia de monitorización y reducción de emisiones de metano.

La capacidad de utilización de las infraestructuras gasistas existentes por los nuevos vectores energéticos (en su gran mayoría *H2 ready* y compatible su uso para constituir hasta un 70% del futuro *backbone* de H2 en base al proceso de evolución del *mix* energético europeo) supone una oportunidad de aceleración costo eficiente del proceso de integración de los nuevos vectores energéticos, al reducir las necesidades de inversión en infraestructuras, lo que además de ahorro económico aporta al objetivo de eficiencia energética de la UE, en base a la evitación de un consumo acelerado del “carbon budget”:

- El impacto ambiental de la construcción de un ducto nuevo de H2 se puede poner en equivalencia al impacto ambiental generado por la operación de uno existente durante más de 30 años.
- El aprovechamiento de una planta de regasificación para su progresiva conversión en una planta multimolécula puede reducir notablemente tanto el coste (por encima de un 30%) como, muy especialmente, el impacto ambiental de la construcción de una planta de nuevo diseño (por encima del 70%), máxime si consideramos el impulso que al desarrollo de soluciones logísticas específicas puede suponer encontrarse en *hubs* logísticos naturales, los puertos, en proceso de maduración como *hubs* energéticos, como consecuencia de lo propicio que para ello está resultando el proyecto *Core LNGasHive*.

Los romanos decían que “la gota de agua perfora la roca, no por su fuerza sino por su constancia”, y el gas natural, que acumula una constante experiencia de adaptación de más de 50 años, es el ejemplo de uno de los sistemas artificiales conceptualmente más resilientes, especialmente donde ha sido posible contar con una presencia suficiente de GNL, una solución inicialmente pensada para el transporte a largas distancias.

La resiliencia del sistema de GNL ha evolucionado desde el desarrollo de una resiliencia estructural suficiente (capacidad de almacenamiento y transporte) hasta, de forma progresiva y en especial a partir de 2012, la creación de la suficiente resiliencia adaptativa mediante el desarrollo de diversas y multimodales soluciones logísticas, capaces de virtualizar de forma eficiente la capacidad disponible. Esto no solo ha permitido aportar SoS al sistema europeo de gran escala, sino además facilitar la difícil descarbonización del transporte pesado a través de los puertos (*hubs* logísticos y energéticos), lo que ha supuesto un completo ejercicio de sinergia sistémica y modularidad sostenible.

El nuevo paquete de gas, primero, y, más recientemente, *REPower UE*, han evidenciado que solo a través de una planificación ordenada de infraestructuras seremos capaces de construir un sistema energético integral, sostenible y seguro, acorde a las necesidades de un nuevo *mix* energético híbrido y bajo preceptos de resiliencia suficientes que eviten los riesgos a los que hoy nos estamos enfrentando; y, en este contexto, las infraestructuras gasistas y la experiencia en la gestión de sus operadores supone una garantía para conseguirlo en el menor plazo posible.

III. TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL SECTOR ENERGÉTICO

PRESENTACIÓN: TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL SECTOR ENERGÉTICO

ANTONIO HERNÁNDEZ

*Socio responsable de sectores regulados y análisis económico
y de sostenibilidad en EY Consulting*

Es importante comenzar definiendo qué es la transformación digital: todo proceso de cambio en operaciones, procesos y modelos de negocio, pero, sobre todo, formas de trabajo. Aquí cabe destacar que son las personas las que promueven el cambio y las tecnologías las facilitadoras. Se ha desarrollado mucho la transformación digital por la reducción de costes digitales y el desarrollo de tecnologías disruptivas que se van abaratando, como la nube, *data&analytics*, robótica, Inteligencia Artificial, gestión del dato, *IoT*, sensorización, conectividad, drones, imágenes por satélite, etc.

Todas estas tecnologías permiten a las empresas agilizar y ser mucho más eficientes cada día en un entorno donde la ciber-resiliencia es clave. El sector energético es un ejemplo de sector en el que la transformación digital está madura, pero queda trabajo por hacer.

Destaca el hecho de que el primer cuarto del siglo XXI se caracteriza por dos revoluciones muy significativas, que son la transformación digital, por un lado, y la transición energética, por otro, pero que ambas van de la mano. En el propio Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, se observa que dos de sus cuatros ejes están ligados a este tema.

El *eje verde* supone el 40% de los fondos *NextGenerationEU* (140.000 millones de euros para los próximos años) y el *eje digital* el 30%, es decir, entre los dos, el 70% de los fondos y casi 100.000 millones de euros. Entre los grandes retos de la agenda 2030 destaca la integración masiva de renovables eléctricas (60 GW para que representen un 74% del *mix*), lo que exige cambiar de un modelo centralizado y unidireccional a un modelo descentralizado, multidireccional, inteligente y flexible, donde la digitalización es clave.

Las tecnologías renovables se tienen que desarrollar también en el sector transporte, hasta alcanzar el 28% en 2030, y no solo en cuanto a vehículos eléctricos, sino también en lo que respecta a gases renovables, como hidrógeno, o biocombustibles. Los 5 millones de vehículos eléctricos necesitarán puntos de recarga y por tanto el refuerzo de las redes.

Por otro lado, debemos tener en cuenta los desarrollos estratégicos de las Hojas de Ruta, que tienen ambiciosos objetivos en hidrógeno verde (4 GW de electrolizadores a 2030), biogás (un mínimo de multiplicar por cuatro la producción actual), la eólica marina flotante (de 1 a 3 GW) o el autoconsumo (un mínimo de 9 GW).

Y, en este contexto, el almacenamiento será clave para dar cobertura a renovables (20 GW a 2030).

Otro ámbito clave de la digitalización es la eficiencia energética (casas inteligentes, conectividad que permite controlar electrodomésticos, etc.).

En definitiva, en este entorno de grandes retos la transición digital y la innovación resultan esenciales por tres grandes motivos: integración eficiente de energías renovables no solo eléctricas, sino también de gases renovables, reconocer el papel del consumidor cada vez más proactivo y optimizar la gestión de activos y procedimientos operativos de las empresas y operadores del sistema.

Todo ello ha ido quedando consagrado en diversas iniciativas públicas, como el PERTE ERHA, el PERTE del vehículo eléctrico conectado o el PERTE de la economía circular, donde se reconoce la digitalización como medida facilitadora. En el PERTE del vehículo eléctrico, a título de ejemplo, la transformación digital es clave para la interconexión entre el sector eléctrico y automovilístico, mejorando eficiencia y descarbonización en ambos ámbitos.

También destacaría el Real Decreto 1125 de 2021, que reconoce el papel de las redes por su efecto tractor y, por tanto, la concesión de en torno a 525 millones de euros en los próximos tres años a las empresas distribuidoras, de fondos provenientes del *NextGenerationEU*, con la idea de esa coinversión por parte de las empresas distribuidoras.

Por último, mencionaré la nueva planificación de la red de transporte a 2026 de REE, que destaca la importancia de la digitalización, así como, en el ámbito europeo, la iniciativa *REPowerEU* encaminada a reducir al máximo y cuanto antes esa dependencia energética del exterior en Europa y en los distintos países, para lo que es preciso acelerar la transición energética y, por tanto, promover la digitalización e innovación.

DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO: UNA VISIÓN DESDE EL SECTOR GASISTA

JAVIER FERNÁNDEZ

Director de Regulación y Nuevos Negocios, Nedgia – Grupo Naturgy

1. INTRODUCCIÓN

Son numerosos los retos del sector gasista en el momento actual, empezando posiblemente por el más importante de todos, que es la descarbonización energética. Uno de los factores más importantes en el objetivo de descarbonización es la digitalización de sus infraestructuras y de sus procesos, siendo posiblemente el sector gasista el que menos avances tiene en esta materia, justificado principalmente por la falta de apoyos desde la administración, tanto en materia retributiva como en materia regulatoria.

El sector gasista es un sector con amplias capacidades de transformación técnica, aplicando además una alta rigurosidad en sus procesos. En los últimos 30 años ha sido capaz de transformar totalmente sus infraestructuras, pasando de vehicular originalmente gas ciudad (contenido de hidrógeno próximo al 50%) a distribuir gas natural (contenido mínimo de 95% de metano). Adicionalmente, ha transformado la mayor parte de los puntos de suministro de gas propano canalizado a gas natural.

El próximo reto del sector está en adaptar la red actual a un entorno multi gases (gas natural, biometano, hidrógeno, metano sintético, etc.), donde existirá una exigencia mucho mayor en la gestión y en la operación. Para ello, al margen de las inversiones necesarias para digitalizar las infraestructuras, algunos de los procesos actuales, todavía manuales, sufrirán un cambio importante en su conceptualización.

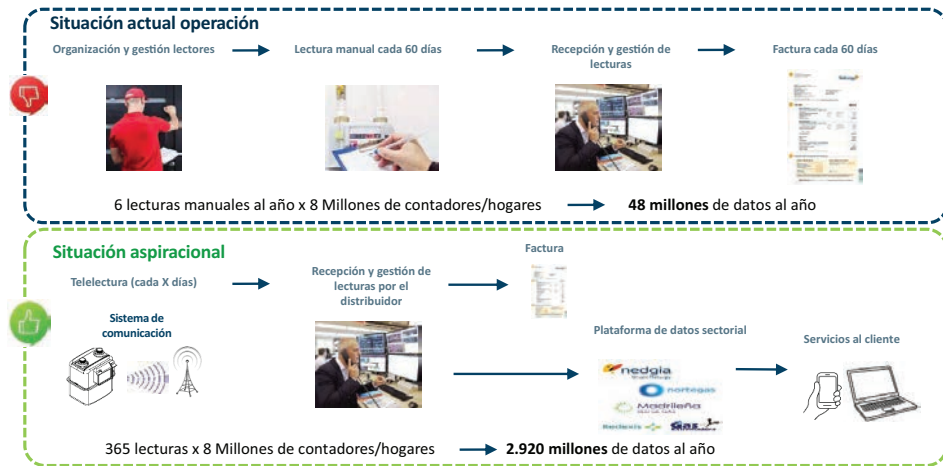
A continuación, abordaremos el reto en digitalización más importante del sector gasista: la sustitución de los contadores analógicos existentes por contadores inteligentes. Además, cabe destacar el gran esfuerzo en digitalización que una compañía como Nedgia está ya aplicando en sus infraestructuras y en sus procesos, especialmente en todo lo relacionado con el dato. Un amplio espectro de actuaciones, que necesitarán en los casos más relevantes del apoyo institucional

del gobierno y de las comunidades autónomas para poder llevarse a cabo, no solo en un plazo razonable, sino además con eficiencia económica.

2. LA DIGITALIZACIÓN DEL PROCESO DE LECTURA: *SMART METERS* Y TELEGESTIÓN

Los hogares españoles disponen en la actualidad de dos servicios con digitalización avanzada: por un lado, la telefonía y la red, y, por otro, la electricidad. Existen además dos adicionales con cierto retraso: el agua y el gas. De los aproximadamente 25 millones de viviendas existentes en nuestro país, 8 millones cuentan con suministro de gas canalizado. Tal y como se refleja en el gráfico 1, el consumo de esas viviendas se mide una vez cada dos meses, lo que se traduce en 48 millones de datos al año.

Gráfico 1. *Proceso de lectura residencial en el sector gasista*



La sustitución de los contadores analógicos actuales, que necesitan lecturas presenciales en los hogares, por contadores de tele gestión, es hoy por hoy el proyecto de digitalización más ambicioso del sector gasista. Además de incrementar el número de datos de consumo por 50, con las ventajas que esto supone, implica un conjunto de efectos positivos tanto para el sistema como para el consumidor final y las instituciones, que se detallan en el gráfico 2.

Gráfico 2. *Ventajas del Smart meter*

Actualmente, más de la mitad de los contadores analógicos se encuentran dentro de las viviendas de los consumidores, lo que obliga al distribuidor a realizar visitas presenciales para las lecturas. Además, en el supuesto de no poderse llevar a cabo, estas han de ser estimadas y, aunque se tiene una alta fiabilidad con algoritmos avanzados, en algunos casos el consumidor puede estar en desacuerdo y poner una reclamación. Por último, la información del consumo le llega al cliente a través de la factura una vez cada dos meses, lo cual le otorga poco margen de maniobra en la gestión de su consumo.

Los contadores tele gestionados permiten mejorar muchos de estos aspectos. Como el cliente tiene acceso a la información diaria de su consumo, puede optimizarlo. Además, se reducirían las posibles reclamaciones por estimación y se podría tener una mayor agilidad y transparencia en los procesos de contratación y cambio de comercializador. Adicionalmente, estos contadores permiten mejorar la operativa y la seguridad, con la posibilidad de activar la suspensión de suministro en remoto.

La inversión en la digitalización del proceso de lectura, con evidentes beneficios para los hogares españoles, se estima en aproximadamente 1.000 millones de euros, y podría acometerse en su mayoría por las cinco distribuidoras que prestan servicio en el país. Además, sería positivo poder disponer de fondos europeos para el despliegue de las plataformas digitales. Estas capturarán y pondrán a disposición toda la información, tanto la común, que conectará con los consumidores finales, como la interna, que conectará los contadores con los sistemas de las compañías distribuidoras. Por último, el impacto en la factura del consumidor final sería muy reducido, y podría ser compensado por la optimización de consumos que se generaría gracias a la disponibilidad de información.

Finalmente, cabe reseñar que los contadores digitales serán muy importantes en la incorporación de los gases renovables a la infraestructura gasista, permitiendo a las compañías disponer de la información necesaria para la gestión de un nuevo entorno con mezcla de diferentes tipos de gases.

¿Qué se ha hecho en este terreno?

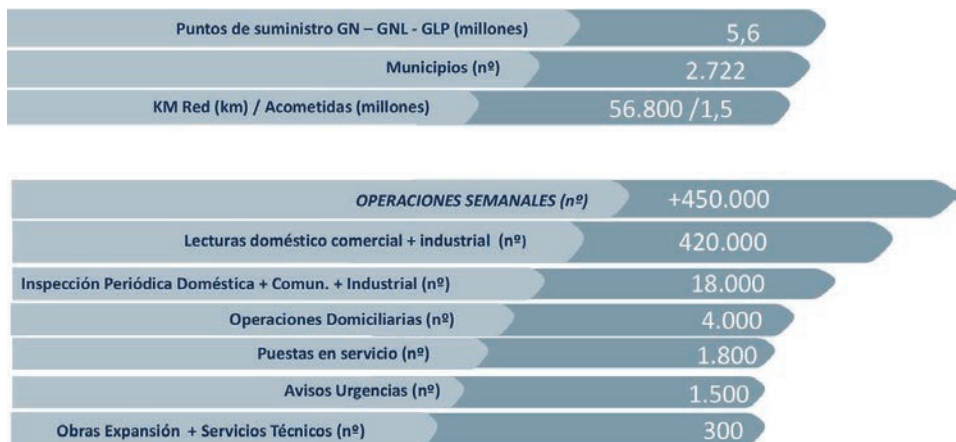
El Ministerio de Industria, a través del Instituto de Metrología, ha dispuesto que los contadores con una antigüedad de más de 20 años deben ser reemplazados en un plazo de ocho años. La CNMC aprobó a finales de 2021 el informe Análisis Coste Beneficio con resultado positivo que favorece la instalación de contadores tele gestionados en sustitución de los analógicos existentes. A fecha de junio de 2022 estaría pendiente por parte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico la aprobación del despliegue de los nuevos contadores, así como establecer el precio inicial de alquiler de estos. Sería también conveniente la asignación de fondos *NextGenerationEU* para el desarrollo de las plataformas digitales que hacen posible la captura y disponibilidad del dato a los consumidores finales.

Esperemos que pronto los hogares españoles se puedan beneficiar de la digitalización del sector gasista en sus hogares, como ya lo hacen otros países punteros europeos como Italia o Francia, y de la misma manera que ya se benefician de otros servicios públicos como la electricidad.

3. LA DIGITALIZACIÓN DE ACTIVOS Y PROCESOS EN NEDGIA

Es evidente que a nivel sectorial las empresas están todas enfocadas en dar un paso adelante en la digitalización a través de los contadores inteligentes, pero en Nedgia, además, se están tomando medidas para avanzar en la digitalización de sus activos y procesos. Cabe poner de manifiesto las principales magnitudes de Nedgia, tanto en la información que gestiona, como en las operaciones semanales que lleva a cabo. En el gráfico 3 se refleja esta información.

Gráfico 3. *Nedgia: operaciones y volumen de información*



El enfoque en digitalización de Nedgia tiene como punto principal la gestión del dato. Se tienen muchos puntos de suministro, mucha extensión de red, se

realizan muchas operaciones... En definitiva, activos y operaciones que generan infinidad de datos, datos cuyo análisis tiene que optimizarse. Nedgia cuenta con *cinco ejes de digitalización* en su plan de actuación:

1) Operaciones

El eje de la digitalización en las operaciones de Nedgia tiene el foco puesto en el cliente, en la eficiencia y en la reducción de emisiones.

En primer lugar, el cliente. El objetivo es hacerle la vida más fácil en las actuaciones que impliquen intervenciones, tanto en su domicilio (lecturas o inspecciones periódicas), como derechos de alta.

En cuanto a la eficiencia y a la reducción de emisiones, están íntimamente ligadas. La incorporación de aplicaciones de movilidad y optimización en la capacidad de actuación de nuestros equipos de intervención supondrán menos desplazamientos en vehículo y, por tanto, menos emisiones.

2) Clientes

El eje en los clientes se basa en la autogestión: generar las herramientas/aplicaciones que permitan a los clientes gestionar por sí solos los servicios y agendar las operaciones necesarias con las mínimas interacciones posibles. Si bien es cierto que la base de clientes es amplia y que las capacidades de digitalización del universo no son las mismas, seguimos manteniendo un extenso abanico de posibilidades en este punto.

3) Energía

Los esfuerzos de digitalización en energía están centrados en la caracterización de la demanda y en el control de todo el gas vehiculado por nuestra red. Con la diversidad de segmentos de consumo (residencial, comercial, industrial, estaciones de gas vehicular o ciclos combinados) y con una geografía con diferentes situaciones climáticas, es necesario tener un amplio control de las pautas de consumo de los consumidores para la detección de situaciones anómalas que requieran una corrección inmediata.

4) Activos

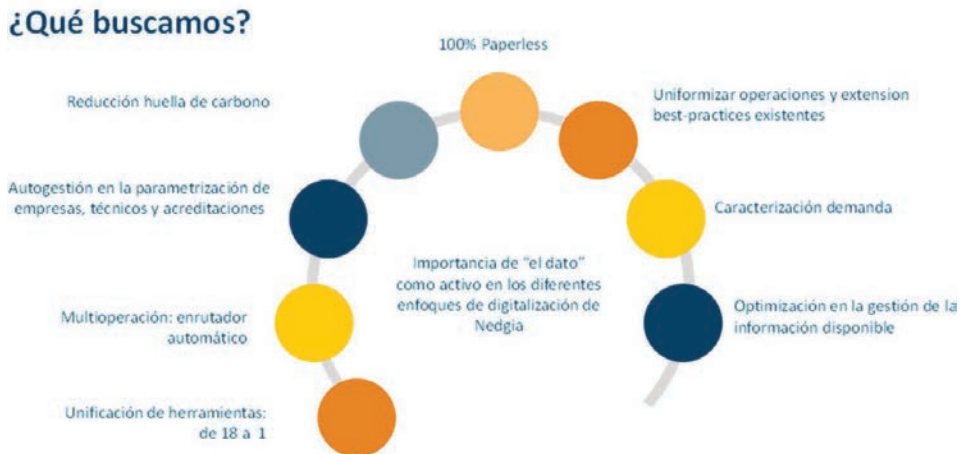
En la parte de activos, históricamente existían dos partidas en el mantenimiento de los activos: mantenimiento preventivo, con los planes a corto, medio y largo plazo, y el mantenimiento correctivo ante eventos no previstos. Con la información acumulada en la gestión de activos y con una mayor *sensorización* de la red, se añade un tercer foco basado en la predicción, que permite adelantar la hasta ahora primera fase del mantenimiento de la red que era la prevención.

5) *Personas*

Por último, y para acompañar la gestión de toda la información que gestiona una *utility* como Nedgia, la contratación de personas en los últimos años se ha centrado en perfiles digitales y de analistas de datos, que complementan la capacidad y experiencia del equipo actual en optimizar el tratamiento de la información y mejorar el desempeño de los equipos de trabajo en las diferentes áreas de Nedgia.

En el gráfico 4 se incorpora, a modo esquemático, el centro de la estrategia de digitalización de Nedgia, basada en la gestión del dato, así como todos los objetivos que se derivan de esa estrategia.

Gráfico 4. *Objetivos de digitalización de Nedgia*



4. CONCLUSIONES

La transformación que se ha trazado el sector gasista para los próximos años pivota sobre dos pilares fundamentales: la entrada de gases renovables en sus infraestructuras (biometano e hidrógeno, entre otros) y la digitalización de activos y procesos a través de la gestión del dato. Este último no solo permite la consecución del primer pilar, sino que además habilita al cliente como consumidor proactivo de gas.

En cuanto a la incorporación de gases renovables en el sistema gasista, el biometano es ya una realidad y existen varias plantas conectadas a la red; sin embargo, el mayor reto se dará con la incorporación de hidrógeno, ya que para un rango amplio de *blending*, serán necesarias ciertas adaptaciones de la red, entre otras, la digitalización de los activos. Para poder llevar a cabo esta adaptación, será imprescindible una clara apuesta institucional; sin este apoyo, la transformación de la red será muy difícil de acometer.

Resulta necesario un esfuerzo por parte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para implementar las obligaciones recogidas en el Boletín Oficial del Estado relacionadas con el cambio de contadores de más de veinte años de antigüedad y permitir la incorporación de contadores inteligentes en el plazo de ocho años (cuyos beneficios se han expuesto con detalle en esta contribución). No nos podemos permitir dejar atrás ningún servicio público en la digitalización de los hogares españoles.

En lo relacionado a la digitalización de los procesos, el avance ya es significativo, tanto en materia de optimización y eficiencia de operaciones, como en la reducción de herramientas de sistemas necesarias o la capacitación para la multioperación de los equipos de intervención, caracterización de la demanda, etc. Todo ello con un enfoque en la gestión de la información y su tratamiento.

Parte del camino se ha recorrido, pero queda aún mucho por recorrer, eso sí, en un sector muy acostumbrado a la continua transformación en todas sus facetas (técnica, regulatoria, operacional y económica).

LA DESCARBONIZACIÓN ES UNA APUESTA ESTRATÉGICA

PATXI CALLEJA

Director de regulación de Iberdrola España

La descarbonización de la economía es una apuesta estratégica tanto de Europa como de España que se fundamenta, además de en mitigar los impactos que tiene la quema de combustibles fósiles en el clima, en reducir la dependencia energética y en desarrollar toda la cadena de valor industrial asociada a la descarbonización.

La transición energética hacia una economía descarbonizada, más tarde o más pronto, se va a producir en todo el mundo. Por ello, el ritmo importa: aquellos países que sean capaces de descarbonizar su economía más rápido tendrán más posibilidades de desarrollar toda una cadena de valor industrial y empresarial asociada a la descarbonización, logrando una ventaja competitiva y económica de cara al futuro.

La buena noticia es que España está perfectamente posicionada para acelerar la transición energética y para aprovechar esta transformación desde el punto de vista del desarrollo económico. España no tiene recursos fósiles y sí tiene una gran industria asociada a la descarbonización: buenas y sólidas empresas eléctricas, una gran cadena de proveedores de equipamiento eléctrico, grandes fabricantes de coches, fabricantes de puntos de carga, fabricantes de bombas de calor, fabricantes de electrolizadores para la producción de hidrógeno verde, industria suficiente para el desarrollo tecnológico propio de la tecnología *off-shore* flotante, etc.

Toda esta cadena de valor asociada a la economía descarbonizada se repotenciará y se desarrollará en el país si descarbonizamos antes que otros países. Sin embargo, si no se desarrolla este potencial a tiempo y si hacemos el proceso de descarbonización más lento que en otros países, pasaremos de ser importadores de combustibles fósiles a ser importadores de equipamientos para la descarbonización, pero seguiremos siendo igualmente importadores y dependientes, sea de materiales o sea de combustibles. Por ello, el ritmo es muy importante.

El reto de la descarbonización no tiene precedentes. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) contempla, desde el punto de vista del sector

eléctrico, instalar 60 GW de nuevas renovables de aquí a 2030, desarrollar almacenamientos, digitalizar y reforzar la red para facilitar la integración de estas renovables en el sistema eléctrico, automatizar procesos, gestionar datos, etc.

Pero para descarbonizar la economía no vale con descarbonizar el sector eléctrico, sino que hay que descarbonizar los usos finales como el transporte, mediante el vehículo eléctrico, y la climatización mediante aerotermia. Estos usos tienen una alta *gestionabilidad* del consumo, que facilita la simbiosis entre la disponibilidad del recurso renovable para producir electricidad (viento, sol y agua) y las necesidades de los clientes.

Actualmente, por ejemplo, ya existen dispositivos instalados en las viviendas que aprenden cómo calentar las casas en función de las horas que les da el sol, de la orientación de la vivienda, del tiempo previsto para ese día, del precio de la electricidad, del exceso o falta de producción renovable... y en función de todos estos parámetros optimiza el consumo energético minimizando el coste para el consumidor (y el daño ambiental de sus necesidades). Para que todo esto funcione de forma automática hace falta la digitalización.

La digitalización debe tener lugar tanto en las redes eléctricas como en el consumidor final. Las redes eléctricas son el sistema circulatorio del sistema eléctrico, donde se integran las renovables, el autoconsumo, los vehículos eléctricos, la climatización eléctrica, la información, la inteligencia y el dato, con el objetivo de optimizar la gestión de los recursos satisfaciendo las necesidades de los ciudadanos al menor coste posible.

Para digitalizar las redes se necesita incrementar la monitorización y la automatización, es decir, poder gestionar a distancia todos los elementos necesarios de red mejorando la calidad de suministro eléctrico. Este hecho permite detectar rápidamente una incidencia, aislarla y retomar el suministro de forma rápida. La digitalización también reduce el fraude porque permite monitorizar los transformadores, su consumo y el consumo de todos los usuarios que cuelgan de él.

Por el lado del cliente, la digitalización permite demandar unas determinadas necesidades (tener la casa caliente o el coche cargado a una determinada hora) y, a través de dispositivos inteligentes, poder gestionar tanto la carga del coche como el funcionamiento de la calefacción de forma óptima, minimizando el coste para el cliente.

En definitiva, la digitalización es lo que nos permite la optimización de la gestión del sistema, pero para conseguir la digitalización hay que invertir.

En España existe un límite a la inversión en redes de distribución eléctrica que estaba fijado en el 0,13% del PIB. El COVID-19 redujo el PIB y, para evitar una reducción en las inversiones, se aumentó el porcentaje al 0,14%. Pero esto no es suficiente. El propio PNIEC establece que para que este sistema circulatorio sea capaz de integrar todos los recursos renovables de generación y todos los equipos descarbonizados de demanda, se necesita incrementar la inversión en las redes de distribución en un 50%.

El Gobierno ha aprobado un Real Decreto ley donde aplica fondos de Recuperación europeos *Next-gen* por un importe de 500 millones de euros para los próximos tres años para inversiones en la digitalización de las redes. Además, autoriza a las empresas a invertir hasta el doble de esa cantidad. Es una buena señal, pero es insuficiente para llegar a los objetivos del PNIEC.

Tanto Metyis como Deloitte han estimado que para el cumplimiento del PNIEC se debía fijar el límite de inversión en el entorno del 0,20% del PIB, habilitando los 8.000 millones de inversión adicional en redes que se requieren de aquí al 2030. Esto permitiría integrar la nueva generación y dar servicio a la nueva demanda optimizando los recursos y, por tanto, minimizando el coste de la transición.

Asimismo, hay que tener en cuenta el efecto tractor asociado a las redes. En España hay 37.000 empresas relacionadas con el transporte y la distribución de electricidad, que generan en torno a 300.000 empleos directos e indirectos. El aumento del límite de inversión podría representar un incremento aproximado de unos 10.000 millones de euros de PIB en España. Es importante destacar que el 96% de la inversión que se hace en redes de electricidad en España es con equipamiento fabricado en nuestro país. La industria de bienes de equipo ya exporta más el 50% de producción a otros países.

Para finalizar, me gustaría destacar que es necesario desarrollar *hubs* de pruebas donde se pruebe a pequeña escala toda esta gestión digital de la red con clientes, vehículos, demanda gestionable, autoconsumo y con baterías a nivel de red. *Hubs* que nos permitan probar servicios y equipamientos innovadores.

En este sentido, Iberdrola ha creado en Bilbao el *Global Smart Grids Innovation Hub*, que es un centro global de innovación y conocimiento, referente mundial en redes inteligentes y que da respuesta a los desafíos de la transición energética.

El centro actúa de plataforma tractora de innovación, combinando la capacidad tecnológica de la compañía con la de los colaboradores: proveedores, universidades, centros tecnológicos y *start-ups*. Además, servirá para atraer a proveedores estratégicos y al talento internacional, reforzando así el ecosistema empresarial.

La compañía ya ha identificado más de 120 proyectos para su futuro desarrollo por valor de 110 millones de euros y ha alcanzado acuerdos con 30 socios tecnológicos para el desarrollo de soluciones de digitalización de redes, integración de renovables, despliegue del vehículo eléctrico y sistemas de almacenamiento de energía.

IV. SOLUCIONES CIRCULARES PARA LA DESCARBONIZACIÓN

PRESENTACIÓN: SOLUCIONES CIRCULARES PARA LA DESCARBONIZACIÓN

ALBERTO AMORES

Socio de Monitor Deloitte, responsable del grupo de Estrategia Corporativa Energía & Recursos Naturales

La Unión Europea, desde hace dos décadas, es firme en sus objetivos de descarbonización, liderando la acción política y regulatoria a nivel global, teniendo como uno de los elementos centrales de su acción política la descarbonización de su modelo energético. Por mencionar los pasos más recientes, el llamado Pacto Verde Europeo (*European Green Deal*), aprobado en 2019, establecía el objetivo de transformar la economía europea en una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, junto con una reducción del 40% de las emisiones GEI en 2030; en 2021 se adoptó la Ley Europea del Clima, que, entre otras medidas, incrementa el objetivo de reducción de emisiones GEI al 55% para 2030; y, en julio de 2021, la Comisión lanzó el paquete *Fit for 55*, el conjunto de medidas más ambiciosas hasta la fecha en materia de clima, energía, uso del suelo, transporte y fiscalidad para alcanzar dichos objetivos.

Recientemente, la invasión de Ucrania por parte de Rusia hizo que la Unión Europea añadiese a la transición energética una nueva dimensión de independencia energética, para lo que lanzó el plan *REPowerEU*, que pretende reducir drásticamente y rápidamente nuestra dependencia energética de los combustibles fósiles rusos, acelerando, entre otras medidas, la transición energética.

La combinación de estos dos planes –*Fit for 55* y *REPowerEU*– supone acelerar de forma extraordinaria el ritmo de transformación de la economía europea. Durante esta década necesitaremos multiplicar por cinco el ritmo de reducción de demanda y por tres el ritmo de reducción de emisiones logrado hasta la fecha (tenemos que reducir 800 MtCO₂eq/año para 2030, equivalente a 2-3 veces las emisiones actuales de un país como España). Los actuales Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima (PNIEC) se han quedado desactualizados en menos de dos años desde su aprobación. Y los nuevos planes tendrán que afrontar el reto de conseguir una transformación radical de las economías y sistemas energéticos europeos en poco menos de ocho años.

En este contexto de alta ambición y escaso tiempo para la transformación resulta aún más evidente que la instalación de centenares de GW adicionales de

nueva potencia renovable en el sistema eléctrico, la electrificación del transporte y la industria o los planes actuales de eficiencia energética no serán suficientes. Es necesario sumar, adicionalmente, el potencial descarbonizador de nuevos vectores energéticos sostenibles (fundamentalmente H₂, biocombustibles, combustibles avanzados, etc.) y la adopción entusiasta de la economía circular en los principales sectores económicos (reducción del uso de materias primas, mayor reciclaje de productos y uso de materiales y procesos más sostenibles).

Si lo analizamos por sectores (y damos por conocida la necesidad de aumentar significativamente la ambición de generación renovable en el sistema eléctrico), seguramente se comprenda mejor la contribución estos nuevos vectores energéticos sostenibles y la circularidad a los objetivos:

- *Industria:* será necesario que aporte, al menos, el 50% del esfuerzo de reducción de emisiones GEI para 2030 que *Fit-for-55* exige en el a los sectores ETS (generación eléctrica, industria, aviación), 200-250 MtCO₂eq/año. Algo más de la mitad de este esfuerzo se conseguiría por el cambio hacia la electrificación y la adopción del hidrógeno renovable y biocombustibles para aquellos consumos no electrificables, así como por el desarrollo de la captura y almacenamiento del CO₂; el resto del esfuerzo de los sectores industriales lo tendrá que aportar el desarrollo de la economía circular (reducción de uso de materias primas y recirculación).
- *Transporte:* no solo será necesario tener más de 50 millones de vehículos ligeros eléctricos en 2030, sino desarrollar soluciones basadas en los combustibles sintéticos, los biocombustibles y el hidrógeno para el transporte pesado por carretera, el transporte marítimo y la aviación, medios de transporte difícilmente electrificables. Solo así se podría conseguir que la combinación de las acciones en el transporte aporte una reducción adicional de 20-50 MtCO₂eq sobre los objetivos de los actuales PNIEC.
- *Edificación:* a la intensificación del ritmo de rehabilitación y cambio de equipos, apoyado por medidas de conservación energética (por ejemplo, reducir la temperatura de las calefacciones), habrá que añadir la penetración de biometano en las redes de gas. Será necesario una combinación de incremento del objetivo de rehabilitaciones de más del 50%, la reducción de la temperatura media de las calefacciones en 1 °C, y la mezcla (10-25%) de biometano en las redes de gas natural. La combinación de las acciones en la edificación nos debería dar una reducción de emisiones de 95-145 MtCO₂eq y de demanda energía de 50 Mtep.
- *Sector agropecuario y residuos:* deberá desarrollarse todo el potencial energético de los residuos agrícolas, forestales, ganaderos, urbanos e industriales para la producción de biocombustibles (biolíquidos y biogases). De esta manera, estos sectores pueden reducir sus emisiones y contribuir a la independencia energética, además del impulso de las economías rurales. Los biocombustibles tienen un potencial apenas aprovechado, y pueden tener una contribución de reducción de emisiones de hasta 140-160 MtCO₂eq (parte del cual ya se ha considerado en otros sectores

consumidores) y equivalente a 35 bcm de biometano y 15 Mtep de biolíquidos. Considerando adicionalmente la reducción de consumo, productos sostenibles, el reciclaje y los sumideros de carbono, se podría alcanzar una reducción de 250-290 MtCO₂eq/año.

Como consecuencia de lo anterior, el mencionado Plan *RepowerEU* multiplica por dos el objetivo de capacidad de electrolizadores para 2030 establecido en la Estrategia Europea del H₂ aprobada hace solo dos años, hasta los 80/90GW de electrólisis. El hidrógeno es utilizado desde hace décadas (fundamentalmente a partir del reformado del metano y, por tanto, emisor de CO₂), pero ahora puede jugar un papel importante en la descarbonización de sectores difíciles de abatir al poderse producir mediante la electricidad generada con energías renovables. El uso de hidrógeno en la industria presenta un alto potencial para procesos que requieren alta temperatura y como materia prima, aunque requiere que se reduzca su coste de producción por debajo de 2 €/kg (actualmente se sitúa entre 3 y 6 €/kg) y que las materias primas a ser “sustituidas” se mantengan en niveles de precios altos, para ser económicamente competitivo.

Por tanto, existen barreras para el despliegue del H₂ en el corto plazo que deberán ser superadas: la mencionada falta de competitividad, los elevados costes de equipos (electrolizadores, sistemas de almacenamiento y transporte, hidrogeneras, etc.), la falta de equipos del lado de la demanda industrial que puedan consumir H₂, la falta de una cadena industrial para la fabricación del equipamiento necesario, la falta formación e I+D, así como necesidades de desarrollo de regulación y normativa específica, incluida la de seguridad.

Y, en la misma dirección, la combinación del *Fit-for-55* y el plan *RepowerEU* establece un objetivo del 16% de energías renovables de uso final (+4 p.p. sobre los PNIEC). El aprovechamiento de los residuos de diferente origen permite la producción de biocombustibles, tanto líquidos como gaseosos, que son equivalentes a sus homólogos de origen fósil, pero que, cuando se considera el ciclo completo de vida de estos, tienen emisiones GEI netas cero o negativas. Y una gran ventaja de estos combustibles es que no requieren de cambios sustanciales en los procesos y equipos de consumo.

Asimismo, el paquete *Fit-for-55* incluye, junto con la revisión de la Directiva de Renovables (RED II), nuevas propuestas de regulación en aviación, *ReFuelEU*, estableciendo objetivos anuales de penetración de combustibles sostenibles para la aviación (SAF, en sus siglas en inglés); y en el caso del transporte marítimo, *FuelEU* establece objetivos de reducción de la intensidad de emisiones GEI. Estos grados de penetración supondrían, por ejemplo, que España tendría que incrementar el consumo de combustibles renovables y biofueles avanzados en el transporte en al menos unos 7 TWh para 2030.

Lo anterior se verá apoyado por la recientemente aprobada regulación europea que prohibirá la disposición en vertederos de cualquier residuo que pueda ser tratado en 2030, lo que producirá un desplazamiento de dichos recursos desde los vertederos hacia la recuperación energética o el reciclado. Hoy producimos anualmente en España 200 Mt de residuos, de los cuales 90-105 Mt son potencialmente

utilizables para el aprovechamiento energético. Dado que hoy solo aprovechamos para este fin unos 4 Mt/año, el potencial de crecimiento es enorme.

Por tanto, podemos decir, sin temor a equivocarnos, que el H2 renovable, los biocombustibles y la economía circular son las piezas que faltaban para lograr los objetivos de neutralidad climática y de independencia energética, y que es fundamental que se desarrollen en la próxima década. Para ello, será clave la colaboración e implicación de reguladores, administraciones públicas, los sectores industriales y los ciudadanos.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA Y RESILIENTE

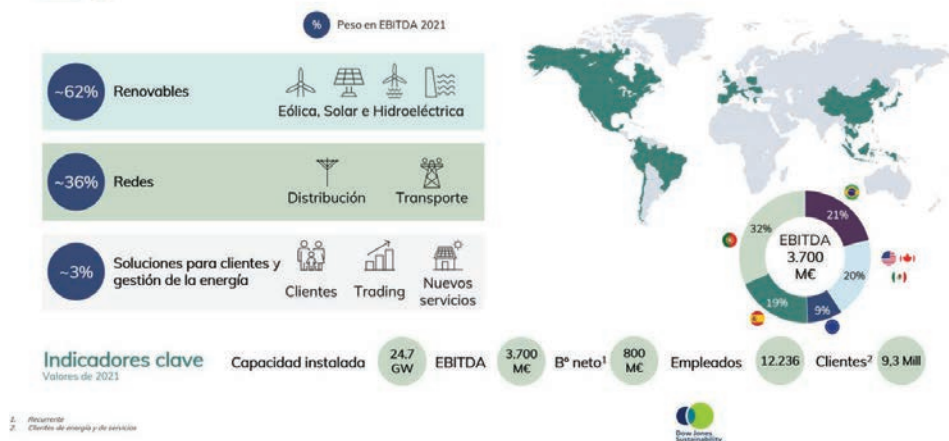
ANA QUELHAS

Directora gerente para el negocio del hidrógeno en EDP Renovables

Esta contribución versa sobre las acciones y estrategia que una empresa como EDP Renovables está llevando a cabo para posicionarse en el naciente negocio del hidrógeno renovable, que está llamado a ser uno de los pilares fundamentales de la total transición energética desde los combustibles fósiles, y cómo en estas acciones EDP tiene en cuenta criterios de transición justa y resiliencia.

Gráfico 1. *EDP como empresa global*

EDP es una compañía global, líder en el sector energético, presente en 28 países a través de diferentes etapas de la cadena de valor



EDP es una compañía líder en el sector energético, uno de los principales actores mundiales en el desarrollo de energía renovable, en particular en la energía eólica (gráfico 1). En los últimos 15 años, EDP ha protagonizado una transformación radical, pasando a ser una compañía verticalmente integrada en sus

negocios de generación convencional, distribución y comercialización muy localizados en la Península Ibérica, a ser una compañía geográficamente transversal y que ha aprovechado el cambio tecnológico hacia las energías renovables, que ahora suponen más de un 60% de los resultados del grupo empresarial. En los últimos meses, EDP ha completado la adquisición de la compañía solar Sunseap, con sede en Singapur, que le ha permitido ganar una presencia significativa en la región Asia-Pacífico, y al mismo tiempo ganar músculo como desarrollador de energía solar.

Gráfico 2. Estrategia de EDP



La estrategia de EDP para los próximos años se plasma en estos momentos en su Plan Estratégico 2021-2025, en el que aparecen una serie de objetivos muy ambiciosos de crecimiento principalmente relacionados con el despliegue de energías renovables (gráfico 2). Destaca el hito de abandonar la producción de electricidad con carbón en el año 2025, y la producción de electricidad con gas natural en 2030, por lo que EDP tiene la intención de convertirse en una de las primeras grandes *utilities* integradas en ser completamente renovable en 2030. EDP está fuertemente comprometida con la transición energética, y el hidrógeno renovable va a formar un gran papel dentro de esta transición, como una vía para electrificar de forma indirecta los usos de los combustibles fósiles que son de difícil electrificación directa.

En efecto, creemos que el hidrógeno renovable aparece como el mejor modo para sustituir el hidrógeno de origen gris que hasta ahora era utilizado como materia prima en numerosas aplicaciones de diversas industrias, como la industria de los fertilizantes o la industria del refino. Este hidrógeno gris tiene como origen generalmente el reformado con vapor del gas natural, en un proceso en el que se liberan importantes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera, con el consiguiente impacto en el clima. Sin embargo, el hidrógeno renovable también

puede servir como sustituto de los combustibles fósiles en usos térmicos o como combustible donde no sea posible la electrificación directa, y también en nuevos procesos como materia prima, como el de la producción de acero mediante reducción directa.

El hidrógeno renovable se produce mediante el proceso de electrólisis en el que se extrae el hidrógeno del agua mediante la utilización de electricidad de origen renovable. Estimamos que la capacidad de energía renovable necesaria estaría idealmente en torno a dos o tres veces la capacidad de consumo del electrolizador. Existen otras vías para producir hidrógeno renovable mediante la biomasa, si bien creemos que este método tiene una potencialidad menor.

La economía del hidrógeno limpio también está viendo cómo otras compañías de otro perfil distinto a EDP están intentando impulsar el desarrollo del llamado hidrógeno azul, que tendría el mismo origen que el hidrógeno gris y en el que se produciría la captura del CO₂ producido en el proceso. Efectivamente, este hidrógeno puede tener la consideración de limpio, si bien EDP cree que no es sostenible profundizar en la dependencia de los combustibles fósiles y en la utilización de recursos de almacenamiento del CO₂ capturado.

Gráfico 3. *Unidad de negocio dedicada al hidrógeno*

EDP ha creado una unidad de negocio dedicada al hidrógeno (H2BU) para asegurar una coordinación en el suministro de H₂ renovable



Para materializar esta estrategia de despliegue del hidrógeno renovable, EDP ha creado una unidad de negocio nueva específicamente dedicada al desarrollo de proyectos de producción de hidrógeno, llamada H2 Business Unit (H2BU). Para el éxito de esta nueva unidad se cuenta con varias de las habilidades que EDP ha desarrollado en su historia como *utility* verticalmente integrada (gráfico 3):

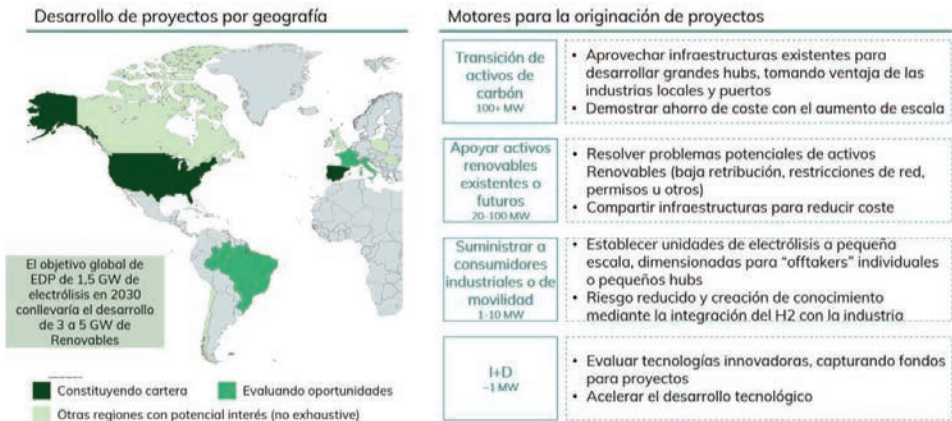
- Por un lado, la experiencia en el desarrollo de plantas de producción de electricidad renovable, que es imprescindible para ser competitivo en el

precio de suministro de la electricidad renovable que alimentará el proceso de electrólisis.

- Por otro, el conocimiento en la ingeniería y operación de plantas térmicas, con las que el proceso de electrólisis comparte muchos elementos. Se ha creado un centro de conocimiento técnico llamado H2TECH dentro de EDP, en el que se está especializando a los equipos que hasta ahora se dedicaban a la ingeniería de plantas térmicas, como un ejemplo más del compromiso de EDP con la transición justa.
- Por último, la visión integrada en la gestión de clientes industriales, donde EDP viene ofreciendo un amplio porfolio de servicios energéticos para ayudar a los consumidores en la descarbonización de sus procesos, tales como el autoconsumo, la movilidad eléctrica o la eficiencia energética, y donde el hidrógeno pasará a formar parte de este porfolio de servicios, donde EDP recomendará a los consumidores el servicio más adecuado para sus procesos industriales y que tenga más sentido en términos de eficiencia y sencillez.

Gráfico 4. *Proyectos de EDP*

El desarrollo de proyectos se enfoca en mercados donde ya opera EDP, explorando oportunidades que aprovechen nuestras habilidades y activos



La tipología de proyectos en los que EDP está trabajando es la siguiente (gráfico 4):

- Proyectos de grandes *hubs* de producción de hidrógeno renovable, en el que en esta primera etapa EDP se está apoyando en los emplazamientos en los que dispone de activos térmicos, particularmente centrales de carbón, coincidiendo en el tiempo con el abandono de la producción de carbón que EDP ha comprometido para 2025. Este es uno de los aspectos más distintivos de la estrategia de desarrollo del hidrógeno de EDP, y en el que se

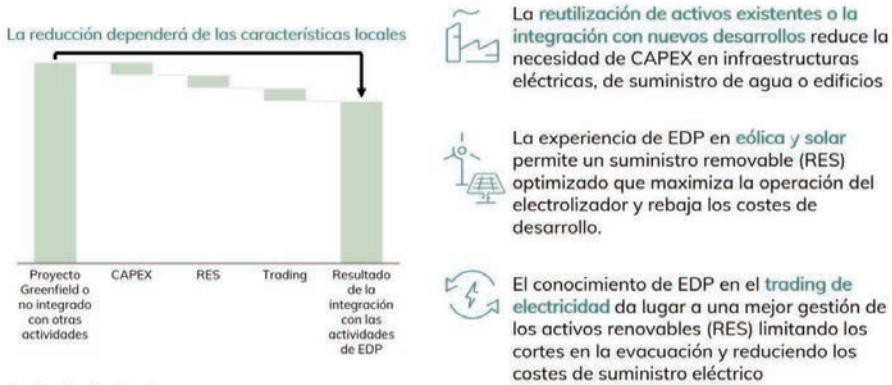
entrará en detalle más adelante. El tamaño típico de las primeras fases de estos proyectos se sitúa en 100 MW de capacidad de electrólisis, pero una de las grandes ventajas de estos emplazamientos es su potencialidad para aumentar de escala. El gran reto de estos emplazamientos es conseguir energía renovable para suministrar la gran demanda de electricidad. La cercanía a puertos facilita la disponibilidad de agua y la eventual posibilidad de exportación a plazo.

- Proyectos que se apoyan en el desarrollo de plantas de producción renovable que disponen de capacidad ociosa para ser destinada a la electrólisis por distintos motivos, bien porque hay limitación para inyectar la electricidad producida directamente en la red (falta de capacidad en la red, congestiones puntuales...), o bien porque no se dispone de otro mecanismo más apropiado para asegurar el precio de venta de la electricidad renovable producida. El electrolizador se integraría en la instalación renovable, de la que típicamente se alimentaría por autoconsumo, con el consiguiente ahorro de costes por el uso de la red eléctrica. El reto de este tipo de proyectos sería encontrar “*offtakers*”, es decir, consumidores del hidrógeno, que pueden estar distantes, y también pueden existir dificultades por la disponibilidad de agua en el entorno.
- Proyectos específicamente diseñados para un consumidor industrial concreto, o bien para un conjunto de consumidores industriales de relativamente pequeño tamaño. El electrolizador típicamente se integraría en la instalación industrial existente, aprovechando las infraestructuras disponibles de conexión eléctrica y otros como la alimentación de agua.
- Proyectos de investigación y desarrollo (I+D), de pequeño tamaño, destinados a probar una tecnología o un uso determinados hidrógeno, en el que, por ejemplo, podemos destacar el denominado proyecto BeHyond, en el que EDP participa en un consorcio con varias entidades para estudiar la viabilidad de la producción de hidrógeno en una plataforma eólica *offshore*. Este tipo de proyectos no es el núcleo de actividad de EDP, pero pueden producir un importante efecto tractor sobre la evolución de la tecnología de producción de hidrógeno renovable.

Gráfico 5. *Integración de activos y actividades*

La integración con otros activos y actividades de EDP ofrece oportunidades para la reducción de costes

Oportunidades de reducción de coste del hidrógeno debida a la integración con las actividades de EDP



El hecho de que EDP sea un operador integrado de energía, y con activos disponibles en los que integrar proyectos de hidrógeno, trae ventajas en cuanto a la reducción de costes, que serán claves de cara a la competitividad del producto, con respecto del hidrógeno producido en un denominado proyecto “greenfield” (es decir, en un nuevo emplazamiento sin actividad previa) o un proyecto que no esté integrado en otras actividades energéticas o industriales (gráfico 5):

- En primer lugar, la reutilización de activos existentes (como puede ser una central de carbón) o la integración con nuevos desarrollos (como puede ser la construcción de eólica en un lugar con deficiente conexión a la red pública de transporte y distribución de electricidad) traerá consigo sinergias en la inversión (o CAPEX) en aspectos como los de infraestructuras eléctricas, incluyendo las infraestructuras de conexión a la red, suministro de aguas u obras civiles como edificios o accesos. También en lo relativo a ingeniería, tramitaciones administrativas, compra de equipos u otros.
- En segundo lugar, creemos que la experiencia de EDP en la operación de centrales renovables permitirá optimizar el acoplamiento entre la producción renovable y la producción de hidrógeno, maximizando el uso de la energía renovable disponible y evitando la necesidad de acudir a otras fuentes de energía para la producción del hidrógeno. Si, además, el desarrollo de la producción eólica o solar y el hidrógeno se hacen en paralelo, existirán también ahorros.
- Por último, el conocimiento de EDP en la gestión de la energía permitirá minimizar el coste por mantener equilibrada la producción renovable y la producción de hidrógeno, así como el coste de las eventuales compras y ventas de energía que haya que realizar con la red eléctrica y el mercado eléctrico en el caso de que existan desequilibrios.

Gráfico 6. *Emplazamientos de centrales de carbón y posibles hubs de hidrógeno*

EDP comprometido con la transición de las plantas de carbón, posibles hubs para exportar H₂ que aprovecharían activos y puertos vecinos

Centrales de carbón de EDP



Igualmente, EDP tiene proyectos en desarrollo en otras zonas de cierre de centrales

Potenciales hubs de H₂



Sines, Alentejo (PT)

- 80 ha disponibles
- Consumidores cercanos (refinería...) y Puerto
- Proyecto de 100 MW seleccionado para fondos UE



Aboño 1 y 2, Asturias (ES)

- 20 ha disponibles. Posibles parcelas cercanas del Puerto
- Consumidores cercanos (acero, cemento, química...) y Puerto cercano con planta de GNL



Los Barrios, Cádiz (ES)

- >20 ha disponibles. Posibles parcelas cercanas
- Consumidores cercanos (refinería, cemento, química...) y Puerto



Pecém, Ceará (BR)

- 50 ha disponibles
- Consumidores cercanos (refinería, cemento, química...) y Puerto

EDP, ya se ha dicho, se plantea la reutilización de las plantas de producción de electricidad con carbón para la producción de hidrógeno renovable, teniendo en cuenta el próximo abandono en 2025 de este negocio, así como la localización estratégica que tienen estos activos en cuanto a cercanía de consumidores industriales y puertos, así como potencial para escalar (gráfico 6). EDP en estos momentos dispone de seis emplazamientos de centrales de carbón, dos de los cuales ya están cerrados (Puente Nuevo en Andalucía y Sines en Portugal), y los otros cuatro están aún operativos. De estos seis emplazamientos, hay cuatro en los que hemos identificado una gran potencialidad para desarrollar proyectos de hidrógeno, por estas características de cercanía a puertos y consumidores industriales. Los otros dos (Soto de Ribera, en Asturias, y el mencionado Puente Nuevo) también tienen potencialidad, pero posiblemente menor en comparación con los otros cuatro.

En el caso de los emplazamientos europeos, existe una potencial ventaja adicional para desarrollar allí proyectos, y es el hecho de que existen mecanismos específicos de apoyo como el Fondo de Transición Justa, destinados a financiar actuaciones en las zonas impactadas por la transición energética, como son las regiones donde se están cerrando centrales de carbón. En Asturias, por ejemplo, este fondo está dotado con 263 millones de euros.

Por esta misma razón, también existen otros emplazamientos con gran potencialidad en la cercanía de otras centrales térmicas en cierre. Por ejemplo, EDP es socio de la empresa Reganosa en un proyecto de electrólisis que esta empresa está promoviendo en el entorno de la central térmica de As Pontes (Galicia), igualmente en proceso de cierre.

Gráfico 7. Proyecto de electrólisis de EDP

En Portugal, EDP lidera uno de los 3 proyectos seleccionados por la Comisión Europea que recibirán apoyos para 100 MW de electrólisis

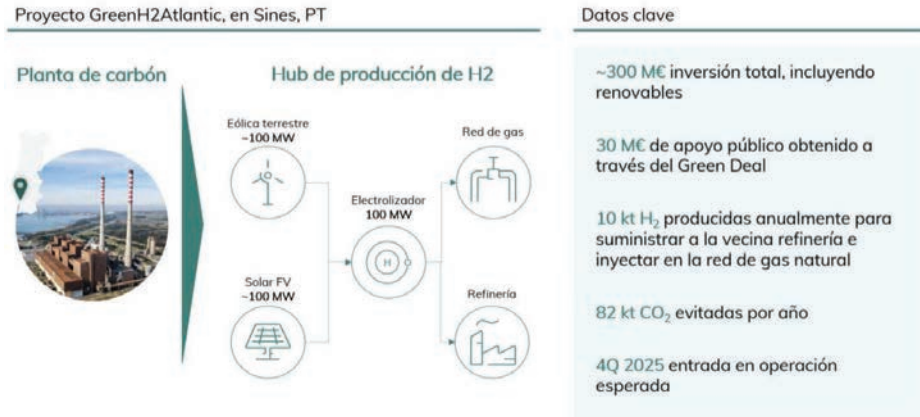
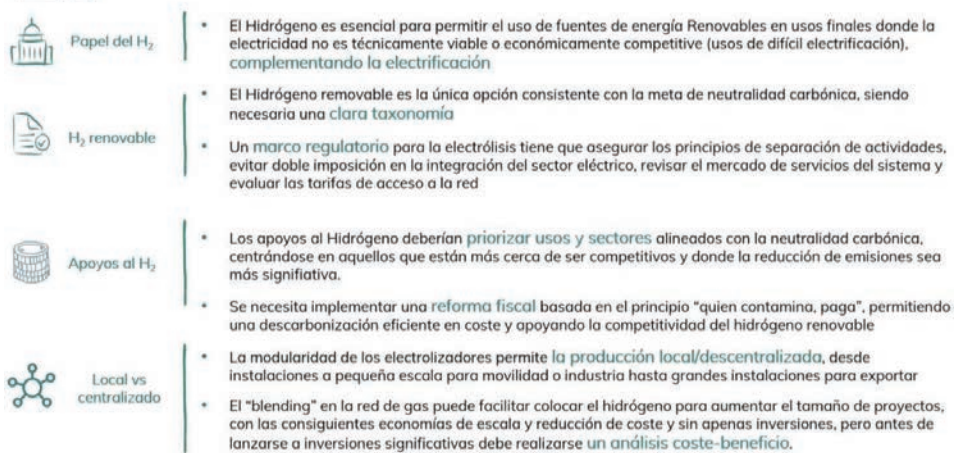


Gráfico 8. Apoyos públicos y marco regulatorio

La existencia de un marco regulatorio claro y de incentivos es crítico para impulsar un desarrollo eficiente de la economía del hidrógeno



Como conclusión, para que tenga lugar el desarrollo del mercado del hidrógeno renovable deben existir apoyos públicos y un entorno regulatorio claros (gráfico 8), puesto que este producto no es rentable económicamente frente a las alternativas fósiles, y su desarrollo tiene sentido en el ámbito de un compromiso de los Estados con la descarbonización de la economía y la independencia energética.

TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL. TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA Y RESILIENTE

BERTA CABELLO

Directora de Transformación de Refino de Repsol

Repsol fue, a finales de 2019, la primera compañía de su sector en marcarse el objetivo de ser una compañía con cero emisiones netas en el 2050. Esta enorme ambición conlleva una transformación profunda y, en noviembre de 2020, Repsol presentó su Plan Estratégico 2021-2025, una nueva hoja de ruta para acelerar en la transición energética donde la compañía reflejaba sus metas intermedias de reducción de emisiones y los que serán sus pilares de transformación para los próximos años: crecimiento en la generación de renovables, transformación de los complejos industriales en polos multienergéticos descarbonizados que utilizan hidrógeno renovable, economía circular, tecnologías de captura, uso y almacenamiento de CO₂ y la eficiencia energética para fabricar productos de baja, nula o incluso negativa huella de carbono. Y todo ello con la tecnología y la digitalización como palancas de transformación.

1. UN PLAN DE TRANSFORMACIÓN INTEGRAL

El plan de transformación industrial de Repsol comprende las cinco refinerías del grupo en la Península Ibérica. Se trata de uno de los sistemas de refino más competitivos y eficientes de Europa debido principalmente a las inversiones que se han acometido durante los últimos años. Entre ellas cabe destacar la mayor inversión industrial realizada en España en la ampliación de la refinería de Cartagena, por valor de 3.200 millones de euros, lo que situó al complejo a la vanguardia tecnológica en su sector. Estas actualizaciones han proporcionado, sobre todo, un aumento en la capacidad de producción y flexibilidad en cuanto al tratamiento de materias primas. Además, las cinco refinerías de Repsol trabajan de manera integrada, como si fueran una única planta totalmente optimizada.

Todas ellas se encuentran ya en ese proceso de transformación, incorporando materias primas alternativas al petróleo en los procesos de las refinerías. Se utilizan aceites vegetales sostenibles, aceite de cocina usado y otros residuos lipídicos que son de una naturaleza similar a las materias primas originales. De esta manera

es posible fabricar los productos que la sociedad necesita, como los combustibles renovables o materiales circulares, pero con menor huella de carbono, pudiendo llegar a ser nula o incluso negativa.

Actualmente Repsol cuenta con una capacidad de producción de combustibles renovables de más de 800.000 toneladas anuales. Se trata de combustibles válidos para el transporte por carretera, el aéreo y marítimo. En 2020, Repsol fue la primera compañía de España en producir *biojet* y hoy ya se han fabricado más de 22.000 toneladas de este combustible sostenible para la aviación.

Otro aspecto importante en la transformación es la eficiencia energética. Repsol ha llevado a cabo planes de eficiencia energética desde hace décadas. Se realizan a través de inversiones en los activos industriales de última generación y con un programa de optimización continua de las operaciones, gracias a los cuales la compañía ya ha evitado desde 2010 más de 2.600.000 toneladas de CO₂ al año.

Hay que tener en cuenta que los complejos industriales son grandes motores económicos para las cinco Comunidades Autónomas en las que se encuentran, contribuyen al desarrollo de cinco regiones muy diferentes en España e impulsan de manera muy significativa el empleo de esas zonas, un empleo industrial de calidad y que crea riqueza en la zona.

Y esto conduce al concepto de transición justa, tanto económica como socialmente. Es algo que la compañía tiene muy presente y que pone en práctica impulsando cadenas de valor locales que inducen el empleo en esas zonas rurales, por ejemplo, poniendo en práctica proyectos que incentivan la gestión de residuos de la agricultura y la ganadería para transformarlos en productos que necesita la sociedad a través de la economía circular.

Otra aportación adicional de esta actividad es el desarrollo tecnológico, necesario para poner en marcha estos nuevos procesos. Muchas de esas tecnologías están en fase de investigación o necesitan etapas de integración y optimización con los procesos existentes. Repsol lleva a cabo estos trabajos con muchos centros tecnológicos locales, coordinados con su centro de innovación Repsol Technology Lab que se encuentra en Móstoles (Madrid).

2. PLANES DE FUTURO A 2030 Y 2050

En cuanto al hidrógeno renovable, Repsol presentó su propia estrategia en octubre de 2021. El objetivo: liderar el mercado en la Península Ibérica y jugar un papel protagonista en Europa instalando una capacidad de 552 MW en 2025 y 1,9 MW en 2030, para lo que invertirá hasta esa fecha 2.549 millones de euros en proyectos que desplegará en toda la cadena de valor.

Repsol utilizará todas las tecnologías disponibles para alcanzar estos objetivos: la electrólisis, la producción a partir de biogás cambiando la materia prima de origen fósil por residuos u otras alternativas, y la fotoelectrocatalisis, tecnología que está desarrollando junto a su socio Enagás.

En este sentido, ya se han anunciado varios proyectos. Entre ellos, el primer electrolizador de la compañía, que entrará en operación a finales de este año en la refinería de Petronor, con 2,5 MW de capacidad para pasar a 19 MW en 2024; y otros tres proyectos de grandes electrolizadores, de más de 100 MW, en Cartagena, Tarragona y Petronor.

En la parte de combustibles renovables, Repsol tiene el objetivo de producir 2 millones de toneladas en 2030. La transformación que se está llevando a cabo ahora para incrementar la capacidad de producción actual consiste en instalar unidades aguas arriba de los procesos actuales para tratar otros tipos de residuos como, por ejemplo, residuos sólidos urbanos, residuos de la agricultura, de la ganadería o los residuos plásticos. Estos residuos necesitan de un pretratamiento para que puedan integrarse como una nueva alimentación a la refinería de manera eficiente. De esta manera se consigue un doble objetivo: por un lado, se obtienen los productos que necesita la sociedad, pero con una menor huella. Y, al mismo tiempo, se gestionan residuos, evitando su envío a vertedero. Entre tanto, en Cartagena, a mediados del 2023, se pondrá en marcha la primera planta de España de producción de biocombustibles fabricados exclusivamente a partir de residuos. Tendrá capacidad para producir tanto combustibles para carretera como para la aviación y para el transporte marítimo.

En la parte de materiales, Repsol también ha anunciado su objetivo de incorporar el 20% de circularidad en todas sus poliolefinas, un tipo de polímeros que fabrica, en 2030. Además, Repsol participa en un proyecto muy singular, Ecoplanta. Junto a Enkema y Suez, esta planta, que se situará en Tarragona, producirá metanol a partir de residuos sólidos urbanos. Este proyecto ha sido reconocido por su tecnología altamente innovadora y destaca por su contribución a la mitigación del cambio climático, lo que le hace merecedor del apoyo de la Comisión Europea entre los más de 300 proyectos presentados, por lo que ha recibido una subvención de más de 100 millones de euros.

Por otro lado, además de incorporar energía eléctrica renovable en los complejos, también se instalarán sistemas de captura de CO₂. Gracias a ellos, se podrá utilizar ese CO₂ como una nueva materia prima para darle otros usos. Entre ellos, por ejemplo, se utilizará junto con hidrógeno renovable para la obtención de combustibles sintéticos. Es un modo de darle un segundo uso al carbono residual y, de esta forma, se evita su emisión a la atmósfera. Es el caso del proyecto demostrativo que está en fase de ejecución en el Puerto de Bilbao, que permitirá desarrollar la tecnología para la obtención de estos combustibles sintéticos.

3. LA VELOCIDAD COMO FACTOR CLAVE EN EL PROCESO DE CAMBIO

La velocidad del proceso de transformación se ha convertido en un factor clave y existen tres elementos que influyen de manera notable en ella.

El primero es la necesidad de innovación, de desarrollar distintas tecnologías, y la digitalización de las operaciones. Hay muchos tipos de residuos y,

debido a su naturaleza, presentan una heterogeneidad intrínseca, es decir, no tienen las mismas características. Por eso, su tratamiento para convertirlos en nuevos productos con todas las garantías de calidad es tremendamente complejo. Para resolver el puzzle se necesita un enfoque multitecnológico: aplicar las mejores tecnologías ya disponibles y desarrollar aquellas que sea necesario para tratar cada tipo de residuo y conseguir así el reaprovechamiento de la mayor parte de los que generamos. El reto se encuentra en seleccionar la tecnología más eficiente para cada tipo de residuo e integrar este paso en los procesos industriales existentes. Entre las tecnologías que se están empleando y desarrollando destacan los procesos de pirólisis, gasificación, hidrólisis o fermentación de residuos, entre otros. No se trata de procesos ajenos a la compañía, sino que ya existe mucho conocimiento de ellos dentro de Repsol y, gracias a los científicos expertos, procesistas, ingenieros y el resto de profesionales que conforman el equipo, es posible afirmar que la transformación se está dando a un gran ritmo.

El segundo elemento de gran importancia es la regulación. Es necesario contar con una regulación clara y que otorgue estabilidad a largo plazo, porque los proyectos industriales necesitan grandes inversiones, plazos de puesta en marcha de unos tres o cuatro años y periodos de amortización que pueden superar incluso la década. El *Fit for 55* ofrece un buen escenario marco para la aviación y el transporte marino. Sin embargo, en el transporte por carretera aún quedan bastantes incógnitas por despejar y varias tecnologías se desarrollan actualmente de manera paralela para dar solución a este segmento. Repsol apuesta firmemente por la neutralidad tecnológica y defiende que todas las alternativas son necesarias, así que es necesario dejarlas competir libremente para alcanzar la descarbonización con un menor impacto en la economía y en las personas.

Es cierto que al apostar por un enfoque multitecnológico se corren algunos riesgos. Para mitigarlos, Repsol opta por instalar plantas de demostración. Se trata de diseños únicos, son las primeras plantas de su clase en todo el mundo, y son un paso clave para escalar la tecnología a la fase industrial de manera rápida. Es el caso de la Ecoplanta que ya se ha mencionado antes o la planta de combustibles sintéticos de Bilbao. Pero para darle esa rapidez a las etapas de desarrollo es fundamental contar con financiación pública que apoye este proceso. Un apunte crítico es que existen paquetes, como el *Innovation Fund* de la Comisión Europea, que apoyan el desarrollo de tecnologías singulares. Sin embargo, el despliegue posterior de esa tecnología queda desamparado.

Por otro lado, en los programas que gestionan los fondos de recuperación se están obviando algunas de las tecnologías, como las de combustibles líquidos de bajas emisiones que son ya una realidad y que aportan una solución para una parte muy relevante de la economía. Es lo que ha ocurrido con el PERTE de Economía Circular, y esta circunstancia pone en desventaja a España frente a otros Estados miembros de la Unión Europea que sí los han contemplado. Además, hay que tener en cuenta que, en la medida en que seamos capaces de transformar más residuos en productos de valor añadido como los combustibles renovables, nuestra dependencia de materias primas fósiles que vienen del exterior será menor, lo

que implica una mayor seguridad de suministro, una cuestión que es de especial relevancia en el contexto geopolítico actual.

Por último, me gustaría señalar que un tercer elemento que aporta velocidad en el proceso de transformación son las alianzas con socios estratégicos en toda la cadena de valor, desde las materias primas, el desarrollo de tecnología y en los usos finales. En este sentido, Repsol está apostando por la inversión en compañías tecnológicas, como la anunciada recientemente en la canadiense Enerkem, líder mundial en la tecnología de gasificación, o la inversión en la *startup* española Perseo Biotechnology, que está desarrollando y escalando una tecnología para transformar residuos sólidos urbanos en bioetanol.

Por todo lo anterior, y como conclusión, Repsol está comprometido con la transformación de sus centros industriales y estamos contribuyendo ya a la reducción de emisiones tanto de los procesos como de los productos que ponemos en el mercado. Continuaremos este camino hasta llegar a las cero emisiones netas.

ECONOMÍA CIRCULAR: OPORTUNIDADES Y RETOS PARA LOS PARQUES ENERGÉTICOS

CARLOS AYUSO

Director de Desarrollo de Tecnología y New Ventures de Cepsa

El Simposio Empresarial Internacional organizado por Funseam es, sin duda, un foro de debate único para el análisis, la investigación científica y la divulgación en los campos de la energía, el medio ambiente y la sostenibilidad, y constituye un entorno extraordinario en el que poder intercambiar conocimientos y dar a conocer, tanto a empresas como a la sociedad, los últimos avances en términos de transición energética.

Y es que la transición energética es uno de los mayores retos a los que se enfrenta la sociedad actual, afectando al 80% del consumo primario de energía a nivel mundial y a la gran mayoría de los productos que utilizamos en nuestro día a día (gráfico 1).

Gráfico 1. *Transición energética: el gran desafío*



Aunque esta contribución va a estar principalmente centrada en la economía circular, una de las palancas fundamentales para la transición, no quisiera comenzar sin hacer previamente un breve resumen del gran esfuerzo que desde

compañías energéticas como la nuestra se está haciendo en términos de transición energética.

Y es que, para Cepsa, el compromiso con la transición energética va más allá de una mera adaptación a la misma. Somos conscientes del gran reto que supone para la sociedad un cambio tan profundo y transformador, y no queremos simplemente acompañarlo, sino que queremos ser líderes del mismo y tener un impacto positivo en todo lo que hagamos, ayudando a nuestros clientes y a los ciudadanos a disponer de una energía más sostenible.

Para ello, hemos elaborado un plan estratégico ambicioso, con un compromiso total en todas las palancas de la transición, desde la generación renovable a la movilidad eléctrica, el hidrógeno y los biocombustibles, y, por supuesto, la economía circular (gráfico 2).

Gráfico 2. Estrategia de Cepsa



Para abordar este reto tan trascendente estamos haciendo una apuesta enorme en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a la transición energética.

El modelo lineal de producción actual basado en el uso intensivo de recursos, donde los productos fabricados son usados una sola vez y enviados a residuo, es un sistema no sostenible.

La población mundial crecerá en los próximos 30 años de los actuales 8.000 millones de habitantes a cerca de 10.000 millones. Este aumento de la población

asociado al creciente uso de recursos va a suponer un incremento muy notable en la demanda de energía que agudizará los ya conocidos problemas de emisiones de gases de efecto invernadero, la gestión de residuos o el uso de recursos fundamentales como el agua.

Para evitar que esta presión creciente tanto de la población como de la demanda de energía tenga efectos irreversibles en la gestión de los recursos naturales, necesitamos pasar del actual modelo de producción lineal a un modelo de producción circular, en el que mantengamos los materiales y recursos durante el mayor tiempo posible dentro de la cadena de valor, devolviéndolos al sistema productivo tantas veces como sea posible y generando así la menor cantidad de residuos.

Sin embargo, esto, que así dicho podría parecer evidente o sencillo, no lo es. El reto de la economía circular es en sí mismo enorme, pues una gran parte de los residuos aún no se recicla (gráfico 3).

Gráfico 3. *El reto de la economía circular*



Pero ¿por qué? ¿Por qué es tan complicado reciclar? ¿Cuáles son las barreras que impiden que se reciclen más residuos? La respuesta es múltiple.

En primer lugar, está su gran heterogeneidad: baterías, residuos biodegradables, residuos de construcción y demolición, envases, residuos eléctricos y electrónicos... Aunque inicialmente muchos de ellos comparten un origen común, su posterior transformación industrial en productos concretos para aplicaciones específicas los hace altamente heterogéneos entre sí.

En segundo lugar, están los procesos de fabricación en sí mismos. Puesto que el modelo de producción industrial actual es lineal, la mayor parte de estos productos no han sido concebidos desde su inicio para ser reutilizados, por lo que su diseño intrínseco en la mayor parte de los casos complica su reciclado.

Y, en tercer lugar, está el proceso de reciclado, donde intervenimos directamente los ciudadanos y que dista bastante de conseguir el grado de calidad necesario como para que la clasificación del residuo facilite su posterior tratamiento.

Como consecuencia, solo entre el 40% y el 50% de los residuos que se generan en Europa son reciclados.

Si nos fijamos en el caso concreto de los plásticos, en 2021 se reciclaron algo más de 8 millones de toneladas, lo que supone solo un 25% del total del residuo plástico generado. Y es que la mayor parte del plástico que se recicla hoy en día se hace mediante reciclado mecánico.

El reciclado mecánico consiste en separar los plásticos según su tipo, lavarlos, triturarlos y volverlos a introducir en la cadena de fabricación. Es, por tanto, un proceso físico-mecánico que permite ahorrar materias primas al darles una nueva vida, pero tiene sus limitaciones, ya que solo es aplicable a los termoplásticos. El resto de los residuos plásticos se valorizan energéticamente en los centros de gestión de residuos (incineración) o acaban en vertedero.

Y es aquí precisamente donde todavía hay un trabajo importante por desarrollar y donde desde Cepsa pensamos que tenemos aún un papel fundamental que jugar y un gran beneficio que aportar a la sociedad, ya que el reciclado químico puede constituir una solución complementaria al reciclado mecánico (en los casos en que este no es viable) y representar una solución de recuperación para aquellos residuos que están muy degradados o que pueden contener contaminantes que son demasiado complejos para valorizar por otras vías.

En el reciclado químico, los residuos se descomponen en sus moléculas originales mediante una combinación de calor, presión, oxígeno reducido, catalizadores y/o solventes, permitiendo así que puedan volver a ser reintroducidas en los procesos productivos.

Esta reutilización no es directa. Dado el alto nivel de heterogeneidad y la presencia de contaminantes, el producto generado ha de ser tratado y purificado antes de volver a los procesos normales de fabricación, ya que en caso contrario provocaría problemas de corrosión o envenenaría los catalizadores que se usan en las posteriores síntesis de productos.

Sin embargo, es viable, y por eso, en Cepsa, estamos trabajando ya desde hace años en nuestro Centro de Investigación y con nuestros socios en diversas tecnologías de reciclado químico que permitan valorizar estos residuos y convertirlos en nuevas materias primas que puedan ser introducidos en nuestros centros productivos y evitar así que acaben en vertederos o siendo incinerados (gráfico 4).

Gráfico 4. *El reciclado químico*



Pero la economía circular va más allá de los plásticos, de los residuos sólidos urbanos y de los vertederos. La esencia de la economía circular, ya se ha dicho, es mantener los materiales y recursos durante el mayor tiempo posible dentro de la cadena de valor, devolviéndolos al sistema productivo tantas veces como sea posible y generando así la menor cantidad de residuos.

Pues bien, además de los residuos sólidos urbanos o de los plásticos, existen otros residuos que constituyen en este momento un problema para la sociedad y que pueden ser valorizados con el objetivo de reducir las emisiones de carbono y de otros gases de efecto invernadero como el metano.

Hablamos de residuos biobasados, como los aceites usados de cocina, los purines o las grasas animales. Son nuevamente residuos de difícil gestión, dada su amplia dispersión geográfica y su heterogeneidad, pero constituyen a la vez una oportunidad para la descarbonización del sistema, dado que pueden ser, junto con los residuos forestales y la biomasa, una fuente renovable y de baja huella de carbono útil para la producción de nuevos combustibles y productos químicos, contribuyendo así a reducir nuestra dependencia de fuentes energéticas externas.

Como en los casos anteriores, son residuos que no pueden emplearse directamente en los procesos actuales, ya que su nivel de contaminantes y su gran heterogeneidad provocaría daños importantes en los procesos existentes. No obstante, son susceptibles de reaprovechamiento, por lo que también aquí estamos trabajando en soluciones tecnológicas innovadoras que nos permitan su incorporación a nuestros centros, contribuyendo así a reducir nuestra dependencia de materias primas fósiles a la vez que ayudamos a dar una solución a los problemas de residuos de la sociedad.

En definitiva, la economía circular es un reto enorme para la sociedad actual, pero a la vez una gran oportunidad para la transición energética, por lo que desde Cepsa estamos aunando esfuerzos con otros actores dentro y fuera de la organización, clientes, centros tecnológicos, universidades y, cómo no, la administración, para dar una solución integrada a un problema global, adaptando nuestras unidades productivas y llevando a cabo una reestructuración completa de nuestras refinerías, que de hecho ya no llamamos refinerías, sino *Energy Parks*, para seguir dando servicio a la sociedad en sus necesidades energéticas y de nuevos productos.

Hemos transformado y vamos a seguir transformando nuestros centros de producción en complejos que van a aglutinar todas las palancas de descarbonización y de transición que necesitamos en los próximos años, así como a las futuras ligadas al hidrógeno verde o a los combustibles sintéticos. Vamos a cambiar nuestro abastecimiento primario de energía sustituyéndolo por energías renovables, vamos a cambiar progresivamente la alimentación a nuestros procesos de materias primas fósiles a alimentaciones circulares y bio-circulares, vamos a minimizar el impacto en la producción de CO₂ y a transformarlo en combustibles sintéticos de baja huella de carbono y en nuevos productos petroquímicos, contribuyendo así, con nuestros conocimientos y nuestras instalaciones, en proporcionar a nuestros clientes y a los ciudadanos una energía más sostenible.

Nuestro objetivo es llegar al 2030 con más de siete gigavatios de generación renovable, más de dos millones y medio de biocombustibles, de los cuales casi un millón de toneladas de combustibles avanzados de aviación, y dos gigavatios de producción de hidrógeno verde. Todo ello, aprovechando unas infraestructuras que ya existen, pero que deben ser reforzadas y mejoradas, sacando partido de una posición geográfica inmejorable, con acceso a dos continentes, Europa y África, y combinando todo nuestro conocimiento actual con nuevas herramientas de analítica y digitalización que nos harán mucho más competitivos.

Queremos liderar la movilidad y la energía sostenibles a la vez que creamos valor para la sociedad, haciendo un futuro mejor para todos. Queremos ir más allá del *Net Zero* para ser *Net Positive*.

NOTAS FINALES

OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO: FONDOS EUROPEOS Y COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN

JOAN BATALLA-BEJERANO

Director general de Funseam

MARÍA TERESA COSTA-CAMPI

*Directora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética
Catedrática de Economía, Universidad de Barcelona*

ELISENDA JOVÉ-LLOPIS

*Investigadora de la Cátedra de Sostenibilidad Energética
Universidad de Barcelona*

1. INTRODUCCIÓN

Afrontar la transición energética y el desafío del cambio climático requiere de innovaciones tecnológicas, sociales y organizacionales. Innovaciones tecnológicas para dar respuesta a los retos que afronta el sector energético, por ejemplo, en materia de fortalecimiento de la red, hidrógeno verde, almacenamiento de energía o acoplamiento de los sectores; innovaciones sociales para potenciar la participación de la ciudadanía, empresas y administraciones como nuevos agentes que no solo consumen energía sino que también la generan, almacenan o comparten; e innovaciones organizacionales porque las empresas del sector deben adaptar sus modelos de negocio al sistema energético del futuro –descarbonizado, descentralizado, digitalizado y democratizado–.

La implantación y aterrizaje de los fondos europeos del programa *NextGenerationEU (NGEU)* son esenciales para acelerar la transición energética a través del impulso de la ciencia y la innovación verde. De hecho, despertar la capacidad innovadora es del todo necesario si se quieren abordar los grandes retos globales que amenazan el futuro a medio y largo plazo. El punto anterior cobra especial relevancia para el caso español si se tiene en cuenta el retroceso experimentado en la inversión en I+D e Innovación durante los últimos 15 años, y para la industria energética que presenta, a pesar de su carácter estratégico e importancia en la economía, un bajo nivel de gasto en I+D en comparación con otros sectores,

no solo en España sino también en otros países (Costa-Campi y García-Quevedo, 2019; García-Quevedo, 2018).

Si bien es cierto que, a nivel microeconómico, la innovación es una actividad protagonizada principalmente por el tejido empresarial del país, se debe entender que el valor se crea colectivamente entre múltiples grupos (empresarios, trabajadores, gobiernos, universidades, centros tecnológicos, ciudadanía, etc.). De modo que los desafíos a los que se enfrenta hoy en día el mundo –pandemia, cambio climático, crisis energética– son demasiado grandes para aproximarlos de forma aislada. En este sentido, el desarrollo de la innovación exige un ecosistema particular que surge como resultado de la colaboración entre diferentes actores. En todo caso, no se trata de llevar a cabo una simple asociación entre el sector público y privado, sino que se debe ir un paso más allá y entender el valor del ecosistema innovador en su conjunto.

El concepto de ecosistema de innovación ha ganado mayor popularidad en la última década, debido a su estrecho vínculo con la innovación abierta. De acuerdo con la literatura económica, la innovación abierta hace referencia a aquella estrategia de innovación que estimula la circulación de conocimiento más allá de los límites de la empresa a través del desarrollo de la cooperación con otros agentes (Chesbrough, 2003). Esta estrategia mantiene que el conocimiento dentro de una empresa puede resultar insuficiente para implementar ciertas innovaciones, al mismo tiempo que permite compartir los costes y riesgos del propio proceso de innovación entre distintos agentes. Dicha estrategia es aplicable al sector energético dada la propia naturaleza de sus proyectos innovadores –intensivos en capital, elevada incertidumbre y elevado periodo de maduración de las tecnologías– (Costa-Campi *et al.*, 2019; Gallagher *et al.*, 2012).

La pandemia de COVID-19 no ha hecho más que entrever la necesidad de fomentar iniciativas de colaboración e innovación abierta a través de fondos para apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías y otras mejoras de procesos, *hackathons*, convocatorias abiertas de investigación, apoyo financiero, etc. De hecho, dicho enfoque se visibiliza con el cambio que han implementado los gobiernos en sus políticas de innovación y la intensidad de los instrumentos utilizados para fomentar la innovación abierta y la cooperación (Chesbrough, 2020; Patrucco *et al.*, 2021). En todo caso, el gran reto exige encontrar el equilibrio entre los diferentes agentes involucrados en el proceso innovador, donde el liderazgo del sector público es indiscutible, como bien se ha puesto de manifiesto durante la pandemia. En caso contrario, será difícil que los fondos europeos *NGEU* alcancen los objetivos previstos de apoyar a corto plazo la recuperación tras la crisis sanitaria, impulsar a medio plazo un proceso de transformación estructural y, por último, estimular un desarrollo más sostenible y resiliente a largo plazo.

En este contexto, el objetivo de este capítulo consiste, en primer lugar, en abordar las estrategias de innovación de las empresas que impulsan la cooperación y la innovación abierta (IA) como elemento clave de progreso. A continuación, se abordan las fortalezas y debilidades del sistema de innovación español y las principales estrategias de cooperación en innovación de las empresas. Por último, se examinan las nuevas oportunidades que brinda el estallido de la pandemia de

coronavirus para el sector energético ante la llegada de los fondos europeos procedentes del *NGEU*.

2. COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN: INNOVACIÓN ABIERTA

De acuerdo con la literatura relacionada con la economía de la innovación, las empresas cuentan con tres grandes estrategias para llevar a cabo actividades de I+D e Innovación. En lo que respecta al primer tipo de estrategia, conocida como la decisión de “hacer”, hace referencia al desarrollo interno de las actividades de I+D por parte de la propia empresa. La segunda alternativa, distinguida como “comprar”, implica la adquisición de tecnología externa mediante transacciones de mercado (Veugelers y Cassiman, 1999). En este caso, las empresas pueden adquirir conocimiento tecnológico incorporado en bienes o activos o bien adquirir conocimiento tecnológico no incorporado (subcontratación de actividades de I+D, compra de patentes, etc.). Junto con esta doble posibilidad de producir internamente o bien adquirir en el exterior los conocimientos necesarios para desarrollar procesos innovadores, las empresas tienen a su alcance una tercera vía basada en la cooperación con otras empresas u organizaciones.

Esta tercera vía cobra cada vez más relevancia en un entorno de economías globalizadas, digitalizadas y competitivas donde los límites organizativos de las empresas se vuelven más difusos y la interacción de las empresas con el entorno aumenta mediante la explotación de un amplio conjunto de actores y fuentes externas. Esta tercera estrategia está basada en establecer acuerdos de colaboración en proyectos de I+D e Innovación con otros agentes del ecosistema innovador (clientes competidores, proveedores, universidades, centros tecnológicos, administraciones, etc.) (Vega-Jurado, Gutiérrez-García y Fernández-de-Lucio, 2009; Goedhuys y Veugelers 2012; Mata y Worter, 2013).

La idea de que la innovación empresarial no se puede entender sin la colaboración entre los diferentes agentes del ecosistema innovador no es nueva en la literatura económica. Al contrario, dicha concepción ha sido vinculada al término de “sistema de innovación” introducido por Lundvall (1985) y Freeman (1987) a finales del siglo XX. De este modo, la innovación es entendida como un proceso interactivo que involucra a múltiples actores en los sistemas de innovación, incluidos proveedores, competidores, usuarios e instituciones, cuya interacción influye en mayor o menor medida la generación de innovaciones (Lundvall, 1992).

Aunque el acceso por parte de las empresas a flujos de conocimiento desarrollados fuera resulta clave, la capacidad para aprovecharlos es la clave de bóveda. En este sentido, Cohen y Levinthal (1989, 1990) introdujeron el concepto de “capacidad de absorción” como la habilidad para identificar, asimilar y aplicar con fines comerciales el conocimiento proveniente de fuentes externas a la empresa. Según estos autores, las fuentes externas de conocimiento son críticas para el proceso de innovación, y, paralelamente, el conocimiento previo existente en el seno de la empresa condiciona la capacidad de aprender de las fuentes externas. De modo que una empresa con una alta capacidad de absorción debería ser

capaz de acceder a una mayor cantidad de conocimiento que una empresa con una menor capacidad.

A este respecto surge hace más de dos décadas el concepto de la innovación abierta a través del trabajo seminal de Chesbrough (2003). El modelo de innovación integrado y cerrado tradicional ha sido reemplazado por un modelo alternativo de innovación abierta en el que las fuentes externas de información y conocimiento compartido fuera de los límites de la organización se consideran recursos esenciales para consolidar ventajas competitivas. De hecho, este modelo de innovación es al que recurren cada vez más empresas, ya que estas se benefician de una combinación de conocimiento interno y externo (Chesbrough, 2003; Chesbrough y Crowther, 2006). La literatura sobre los efectos de la innovación abierta en los resultados innovadores es amplia y se ha demostrado la existencia de un efecto neto positivo de esta estrategia en los resultados de la innovación, ya que favorece la reducción de los costes y riesgos frente a desarrollos tecnológicos inciertos, acorta los ciclos de innovación, fomenta el conocimiento de la empresa, acelera el tiempo de comercialización o el acceso a nuevos mercados, entre otros (Damioli *et al.*, 2021; Lacerda y van den Bergh, 2020; Laursen y Salter, 2006).

Más allá de los múltiples motivos que impulsan a las empresas a cooperar, un hallazgo importante de las contribuciones recientes es que el éxito de la innovación y el rendimiento general se encuentran influenciados por la naturaleza de los socios de cooperación (Belderbos *et al.*, 2004; Badillo y Moreno, 2016). Teniendo en cuenta el tipo de socio con el que se forman los acuerdos, la literatura identifica tres tipos de cooperación: *horizontal* (con competidores u otras empresas del mismo sector), *vertical* (con proveedores o con clientes) e *institucional* (con consultores, laboratorios comerciales o institutos de I+D privados, universidades u otras instituciones de educación superior, institutos de investigación gubernamentales o públicos, o centros tecnológicos).

Las empresas pueden beneficiarse de interacciones activas con sus clientes, satisfaciendo sus requisitos y expectativas. Fritsch y Lukas (2001) señalan que es más probable que el esfuerzo innovador dirigido a la mejora de procesos implique la cooperación con los proveedores, mientras que las innovaciones de productos están asociadas con la cooperación por parte de los clientes. Y es que, tradicionalmente, las necesidades de los clientes se han considerado muy valiosas para el desarrollo de innovaciones de mercado. Paralelamente, las empresas que adquieren tecnología incorporada se benefician del conocimiento del proveedor ubicado más atrás en la cadena de suministro. Belderbos *et al.* (2004) confirman que la cooperación con competidores y proveedores se orienta a innovaciones incrementales mejorando el rendimiento de la productividad de las empresas, mientras que la cooperación con universidades y la cooperación con competidores favorecen la creación de innovaciones radicales, generando ventas de productos que son novedosos para el mercado y, por lo tanto, mejorando el crecimiento de las empresas. Por último, la cooperación con universidades y centros tecnológicos es cada vez más común, al ser una fuente clave de conocimientos nuevos y de vanguardia, especialmente en sectores específicos basadas en la ciencia, donde ambas partes se benefician de un acuerdo de riesgo relativamente bajo.

Asimismo, se ha observado que la consultoría y la subcontratación de I+D también mejoran el acceso tecnológico a las nuevas tecnologías y las capacidades de aprendizaje de la empresa.

Un análisis extenso que abarca el amplio conjunto de empresas manufactureras y empresas de servicios se combina más recientemente con un análisis en profundidad sobre un tipo más específico de innovaciones, en concreto con aquellas innovaciones que tienen un impacto positivo en el medio ambiente y que, en consecuencia, se han convertido en un objetivo de las principales estrategias políticas de la Unión Europea (Comisión Europea, 2019 y 2021a). La literatura destaca que las eco-innovaciones son a menudo más propensas a la cooperación y la búsqueda de nuevos conocimientos que las innovaciones tecnológicas. Esto se debe a que las eco-innovaciones se caracterizan por un alto nivel de incertidumbre, novedad y la necesidad de ir más allá de las competencias centrales de la empresa (Horbach, 2008, para Alemania; Horbach *et al.*, 2013, para Alemania y Francia; Triguero *et al.*, 2013, para 27 países europeos, Mazzanti y Zoboli, 2009, para el norte de Italia, y De Marchi, 2012, y Cainelli *et al.*, 2015, para España). La mayor incertidumbre en el despliegue de una estrategia de eco-innovación es la alta propensión por depender de conocimiento de fuentes diferentes y heterogéneas. Por ejemplo, De Marchi (2012) y Triguero *et al.* (2013) muestran que la cooperación con institutos de investigación públicos y universidades se vuelve más relevante para los eco-innovadores que para otros innovadores. Recientemente, Cainelli *et al.* (2015) y Ghisetti *et al.* (2015) argumentan que cuanto más amplia sea la gama de fuentes de conocimiento o socios en los que se basa una empresa, mayor es la probabilidad de que diseñe una estrategia de eco-innovación. Así pues, un resultado consistente entre distintos estudios es que la cooperación entre la empresa y otros actores tiene una considerable influencia en la actitud eco-innovadora de las empresas.

A pesar del interés de las empresas del sector energético en mejorar sus capacidades de innovación, sorprendentemente pocos artículos han abordado hasta el momento los factores que impulsan la cooperación y las razones que explican la elección de socios específicos, a diferencia de la extensa literatura que analiza el papel de las empresas en general. Las empresas de energía, al igual que las empresas de otras industrias, cooperan cada vez más con diferentes socios (Costa-Campi *et al.*, 2019).

Destaca el trabajo de Greco *et al.* (2017), que identifica los determinantes clave que motivan a las empresas del sector energético en general a adoptar estrategias de innovación abierta o el enfoque específico del sector de energías renovables (EERR) del estudio de Christensen *et al.* (2019). Estos últimos autores examinan los patrones de colaboración de innovadores en EERR y en energías no renovables, mostrando que los innovadores en EERR presentan una mayor tendencia a colaborar y con un conjunto más diverso de socios. También afirman que debido a que las necesidades de los innovadores en EERR varían a través de su desarrollo, el propósito y los tipos de colaboración cambian.

Paralelamente, con el objetivo de abordar cómo las empresas del sector eléctrico han adaptado sus estrategias innovadoras a la reciente apertura y la

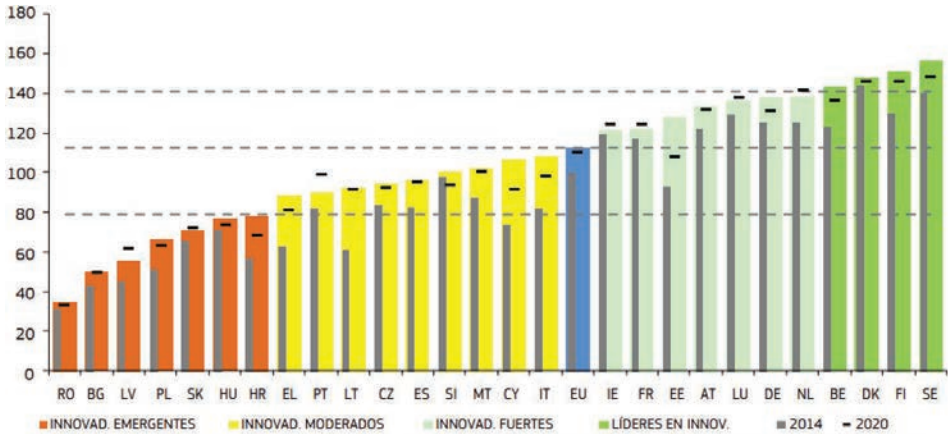
participación de nuevos actores, Dall-Orsoletta *et al.* (2022) llevan a cabo una investigación exploratoria en el que muestran que las empresas del sector eléctrico han venido colaborando con los sectores público y privado, universidades y, más recientemente, con la sociedad civil a través de diferentes tipos de asociaciones. En concreto, afirman que la I+D conjunta, las asociaciones, las alianzas y el desarrollo conjunto se han convertido en un enfoque común para hacer frente a los requisitos de la transición energética. Aunque las asociaciones, alianzas y el desarrollo conjunto ahora son bastante comunes, las empresas del sector eléctrico se encuentran en una fase inicial en la participación de datos abiertos y código abierto, enfoques que pueden tener elevado potencial de acelerar la transición energética.

3. LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE COOPERACIÓN A NIVEL DE EMPRESA

Antes de mostrar el análisis descriptivo del nivel de cooperación empresarial en España se presentan las fortalezas y debilidades de su sistema de innovación. Para ello se acude al *European Innovation Scoreboard*, informe anual que desde el año 2000 viene publicando la Unión Europea, permitiendo a los responsables políticos identificar cuáles son las áreas donde deben concentrar sus esfuerzos para estimular el rendimiento en materia de innovación. A través del Índice Sintético de Innovación¹ los Estados miembros son clasificados en cuatro grupos: líderes en innovación, innovadores fuertes, innovadores moderados e innovadores emergentes con resultados muy por debajo de la media de la Unión Europea. Desde las primeras ediciones, el *European Innovation Scoreboard* ubica a España en una posición poco favorable dentro grupo de innovadores moderados, situándose por debajo de la media de la Unión Europea (gráfico 1). En concreto, España se sitúa en el puesto 16 del *ranking* de la innovación sobre el total de 27 países de la Unión Europea, desconectándose de la carrera tecnológica internacional.

1. El índice Sintético de Innovación distingue entre cuatro tipos principales de actividades: condiciones marco, inversiones, actividades de innovación e impactos, y tiene 12 dimensiones de innovación, capturando un total de 32 indicadores.

Gráfico 1. *Resultados generales de los sistemas de innovación de los Estados miembros de la Unión Europea*



Las columnas en color muestran los resultados de los países en 2021, utilizando los datos más recientes para treinta y dos indicadores, en comparación con los de la UE en 2014. Las columnas en gris indican los resultados de los países en 2014, en comparación con los de la UE en ese mismo año. Se ha utilizado el mismo método de medición para todos los años. Las líneas divisorias muestran que los valores umbral del 70%, el 100% y el 125% entre los grupos de resultados se han ajustado al alza para reflejar la mejora de los resultados de la UE entre 2014 y 2021.

Fuente: *European Innovation Scoreboard 2021*.

De hecho, el diagnóstico muestra que hay que apretar el acelerador en áreas como el fomento de la innovación de producto y proceso en pequeñas y medianas empresas (71% y 68% por debajo de la media, respectivamente), el gasto en I+D en el sector empresarial (54% por debajo) y en el fomento de pymes innovadoras que colaboran con otros agentes (48% por debajo) (cuadro 1). En cambio, España se sitúa por encima de la media europea en el bloque de capital humano (graduados de doctorado –65% por encima de la media– y población con educación terciaria, 46% por encima), de digitalización (penetración de banda ancha –30% por encima– y personas con habilidades digitales generales superiores a las básicas, 23% por encima) y de sostenibilidad ambiental (productividad de los recursos naturales, 59% por encima).

Cuadro 1. *Fortalezas y debilidades del sistema de innovación español en 2020 según el European Innovation Scoreboard 2021*

FORTALEZAS (POR ENCIMA DEL NIVEL DE LA UE-27)	DEBILIDADES (POR DEBAJO DEL NIVEL DE LA UE-27)
<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos doctorados. • Población con educación terciaria. • Penetración de la banda ancha. • Personas con habilidades digitales generales superiores a las básicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje permanente. • Publicaciones científicas en coautoría. • Publicaciones más citadas. • Estudiantes de doctorado extranjeros. • Gasto en I+D del sector público.

FORTALEZAS (POR ENCIMA DEL NIVEL DE LA UE-27)	DEBILIDADES (POR DEBAJO DEL NIVEL DE LA UE-27)
<ul style="list-style-type: none"> • Inversiones en capital riesgo. • Empresas que ofrecen formación en TIC. • Coediciones público-privadas. • Movilidad laboral de recursos humanos en ciencia y tecnología. • Solicitudes de marcas registradas. • Venta de productos innovadores. • Impacto de la innovación en el empleo. • Productividad de los recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo gubernamental a la I+D empresarial. • Gasto en I+D de las empresas. • Gasto en innovación no relacionados con I+D. • Gasto de innovación por empleado. • Especialistas en TIC empleadas. • Innovaciones de productos y proceso de las pymes. • Pymes innovadoras que colaboran con otros agentes. • Aplicaciones de diseño. • Empleo en actividades intensivas en conocimiento. • Empleo en empresas innovadoras. • Impactos de la innovación en las ventas. • Exportaciones de productos de media y alta tecnología. • Exportaciones de servicios intensivos en conocimiento. • Emisiones al aire por material particulado fino. • Tecnologías relacionadas con el medio ambiente.

Fuente: European Innovation Scoreboard 2021.

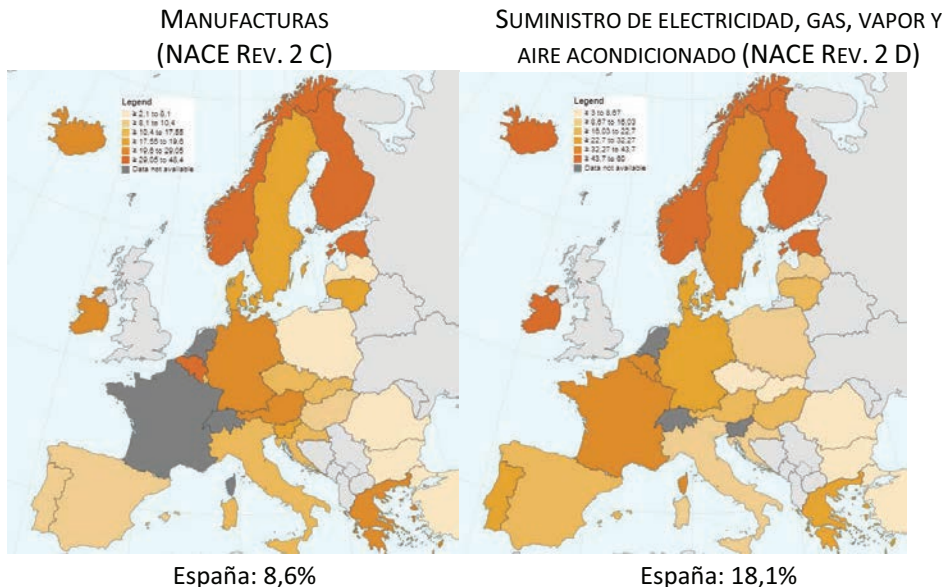
A continuación, se presenta un análisis descriptivo de la adopción de estrategias de cooperación en innovación a nivel de empresa. En el gráfico 2 se puede observar el porcentaje de empresas que cooperaron en actividades de I+D e Innovación tanto para el conjunto de empresas manufactureras como para las empresas del sector energético. Los mapas confirman importantes desigualdades en la intensidad de cooperación para la innovación entre los diferentes Estados miembros. Destacan a la cabeza países con altos niveles de cooperación –los países nórdicos–, mientras que los países del territorio ibérico, Polonia y Europa del Este, se encuentran a la cola. De hecho, las diferencias en las condiciones de cada marco nacional afectan la propensión de las empresas a cooperar (Srholec, 2015).

Otro asunto son las diferencias sectoriales. A este respecto se observa que el sector de la electricidad, gas, vapor y aire acondicionado muestra una mayor propensión a cooperar con los agentes del ecosistema innovador. En concreto, en 2018, el 18,1% de las empresas españolas del sector energético cooperó con otras empresas o entidades; en cambio para el conjunto de empresas manufactureras,

el porcentaje de empresas que cooperaron no llegó a alcanzar las dos cifras. La presencia de una elevada incertidumbre en el sector energético, combinada con aspectos singulares del sector tales como los requisitos de innovación intensivos en capital, la larga vida de las instalaciones existentes o el elevado periodo de tiempo requerido para la maduración de las tecnologías, pueden explicar estas diferencias sectoriales (Gallagher *et al.*, 2012).

Por último, se consideran los tipos de socios con que cooperan las empresas españolas (cuadro 2). Teniendo en cuenta la información de los últimos datos disponibles de la *Encuesta sobre innovación en las empresas* se observa que alrededor del 80% de empresas han cooperado con empresas fuera de su grupo empresarial. En particular, para el conjunto de las empresas manufactureras el principal socio han sido consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de investigación, a diferencia de las empresas del sector energético, que han colaborado principalmente con sus proveedores. Destaca también un mayor número de empresas del sector energético que cooperan con universidades u otros centros de enseñanza superior.

Gráfico 2. *Porcentaje de empresas que han cooperado con otras empresas o entidades para realizar actividades de Investigación, desarrollo e innovación, 2018*



Fuente: *Community Innovation Survey 2018.*

Cuadro 2. *Porcentaje de empresas españolas que cooperan según socios, 2018-2020*

	TOTAL INDUSTRIA	ENERGÍA Y AGUA*
1.% de empresas que cooperaron con empresas fuera de su grupo de empresas	80,59	74,92
1.1% de empresas que cooperaron con consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de investigación	48,45	44,04
1.2% de empresas que cooperaron con proveedores de equipos, materiales, componentes o <i>software</i>	42,59	50,3
1.3% de empresas que cooperaron con empresas que son sus usuarios o clientes	24,21	32,6
1.4% de empresas que cooperaron con empresas competidoras	6,71	14,37
1.5% de empresas que cooperaron con otras empresas	24,6	41,28
2.% de empresas que cooperaron con otras empresas de su mismo grupo	27,75	45,02
3.% de empresas que cooperaron con universidades u otros centros de enseñanza superior	29,64	57,26
4.% de empresas que cooperaron con administración pública o institutos públicos de investigación	19,4	44,42
5.% de empresas que cooperaron con usuarios o clientes del sector público	3,03	11,95
6.% de empresas que cooperaron con instituciones sin fines de lucro	7,99	29,58

Nota: *CNAE-2009: 35, 36.

Fuente: Encuesta sobre innovación en las empresas 2020.

4. UNA NUEVA OPORTUNIDAD: LOS FONDOS EUROPEOS *NEXTGENERATIONEU*

La naturaleza humanitaria y económicamente devastadora de la pandemia creó el impulso necesario para dar una respuesta presupuestaria adicional al presupuesto a largo plazo de la Unión Europea conocido como *NGEU*. Este instrumento excepcional de recuperación temporal, dotado con 806,9 mil millones de euros y en combinación con el Marco Financiero Plurianual (MFP) para 2021-2027, de 1.074 mil millones euros, están guiando a la Unión Europea en el camino de recuperación de la crisis de COVID-19, al mismo tiempo que sientan las bases para construir una Unión Europea más ecológica, más digital, más resiliente y mejor adaptada a los retos actuales y futuros (gráfico 3).

Gráfico 3. *Presupuesto a largo plazo de la Unión Europea y fondos NextGenerationEU*



Fuente: Comisión Europea (2021b).

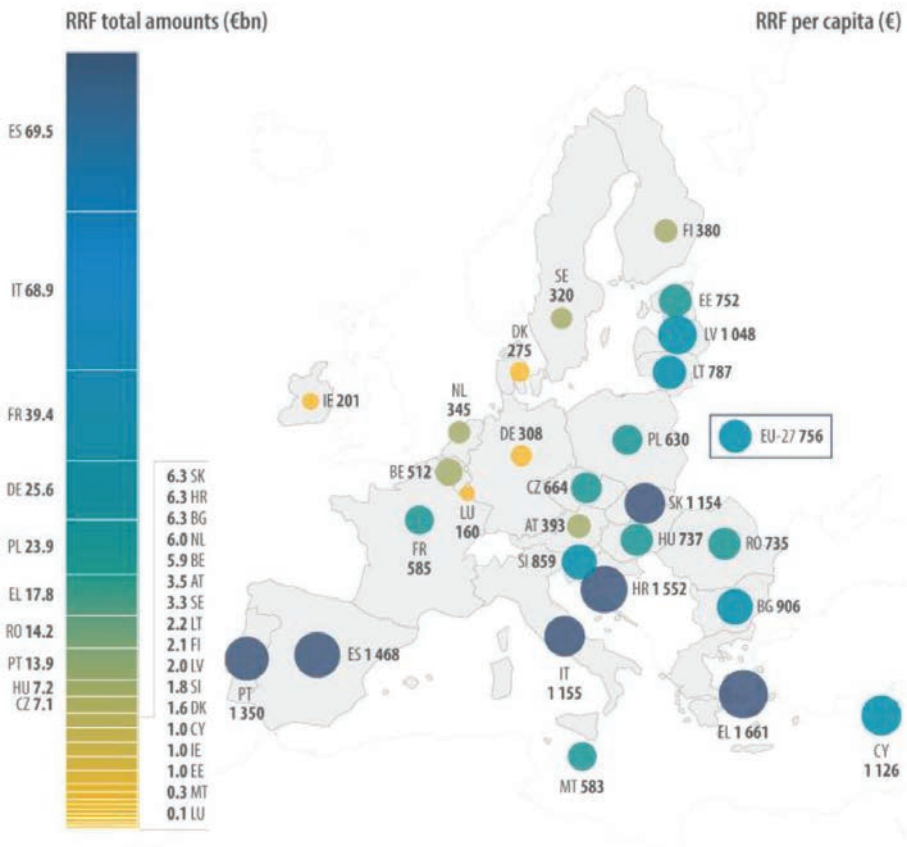
A su vez, el fondo de recuperación *NGEU*, se compone de una serie de instrumentos donde el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), dotado con 723,8 billones de euros, juega un papel central (representa alrededor del 90% del presupuesto)². Las ayudas a través del MRR se conceden en forma de préstamos –por un valor de 385,8 billones de euros–, y subvenciones –por un valor de 338 billones de euros–. Las inversiones de *NGEU* deben alinearse con las prioridades de la Unión Europea de transición verde y digital, que han sido identificadas como fundamentales para la prosperidad y la resiliencia futuras de Europa por el Pacto Verde Europeo (Comisión Europea, 2019).

Asimismo, y a modo de recomendación, la Unión Europea presentó siete áreas claves (*flagship projects*) sobre las cuales debían pivotar los planes nacionales de recuperación y resiliencia por la relevancia para el aprovechamiento de los fondos y el potencial de generación de empleo y crecimiento económico. De estos, cuatro se encuentran estrechamente relacionados con la transición verde: 1) *power up* (desarrollo de tecnologías limpias y renovables), 2) *renovate* (mejora de la eficiencia energética de los edificios), 3) *recharge and refuel* (transporte sostenible y estaciones de carga y repostaje), y 4) *reskill and upskill* (reciclaje y la mejora de las competencias de los trabajadores para apoyar la transición ecológica y digital).

2. Adicionalmente, el fondo de recuperación *NGEU*, ha destinado una serie de partidas a programas y políticas de la UE ya existentes con el objetivo de poder reforzarlos: REACT-EU (50,6 billones), Just Transition Fund (10,9 billones), Rural Development (8,1 billones), InvestEU (6,1 billones), Horizon Europe (5,4 billones), y RESCEU (2,0 billones).

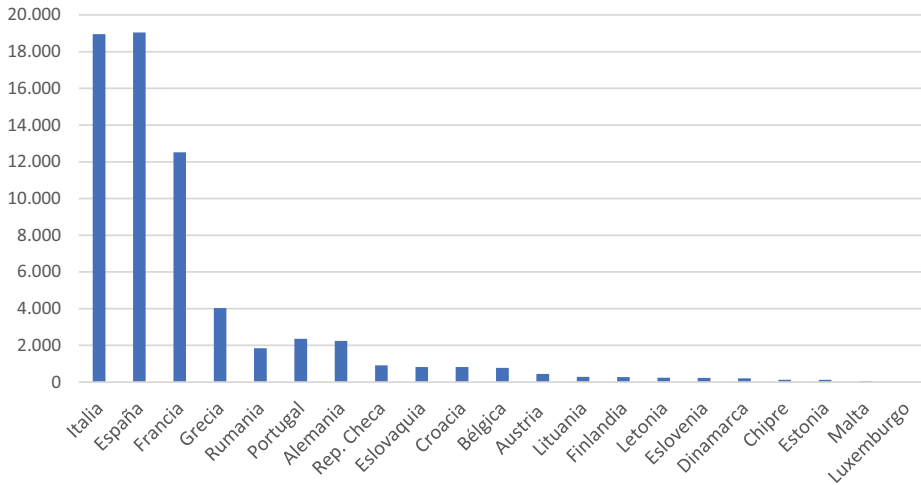
En lo que a la asignación de las subvenciones para cada Estado miembro se refiere, se han utilizado criterios basados en el producto interior bruto (PIB) per cápita, índices de desempleo, población y repercusión de la crisis del coronavirus. Los tres Estados miembros que recibirán la mayor partida en forma de subvenciones son España (69.500 millones de euros), Italia (68.900 millones de euros) y Francia (39.400 millones de euros) (gráfico 4). Si se tienen en cuenta los habitantes de cada país, España vuelve a encontrarse entre los tres mayores beneficiarios per cápita: Grecia (1.661 euros), Croacia (1.552 euros) y España (1.468 euros) (Parlamento Europeo, 2021). El gráfico 5 muestra las cantidades distribuidas de subvenciones a cada país, siendo España el que mayor cuantía (19.040 millones de euros) ha recibido hasta el momento de entre los 27 Estados miembros.

Gráfico 4. Subvenciones del Fondo de Recuperación y Resiliencia (RRF) por Estado miembro y per cápita (precios corrientes)



Fuente: Parlamento Europeo (2021).

Gráfico 5. *Mecanismo de Recuperación y Resiliencia: Subvenciones distribuidas a fecha de 22/06/2022* (millones de euros)



Nota: Únicamente se tienen en cuenta los países que han recibido alguna subvención.

Fuente: Elaboración propia a partir del *Recovery and Resilience Scoreboard*.

Para la obtención del apoyo del MRR, los Estados miembros –basados en los retos definidos de transición digital y ecológica– presentaron ante la Comisión una serie de planes de recuperación y resiliencia, definiendo cómo destinarían los fondos europeos. El 16 de junio de 2021 la Comisión Europea aprobó una evaluación positiva del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia presentado por el Gobierno de España. El plan prevé la movilización de 140.000 millones de euros hasta el año 2026, de los cuales se estima que 69.528 millones se movilicen durante el periodo 2021-2023. El plan se organiza en base a 4 ejes principales: (i) transición ecológica, (ii) transformación digital, (iii) cohesión social y territorial, y (iv) igualdad de género. Estos ejes a su vez se desglosan en 10 políticas palanca, posteriormente divididas en 30 componentes, donde el sector energético va a jugar un papel esencial en gran parte de ellas: transición energética justa e inclusiva, infraestructuras y ecosistemas resilientes, agenda rural y urbana, modernización y digitalización del tejido industrial, el pacto por la ciencia y la innovación y educación y conocimiento, formación continuada y desarrollo y capacidades (gráfico 6).

Gráfico 6. *Distribución de los fondos del plan entre las distintas palancas* (% sobre el total)



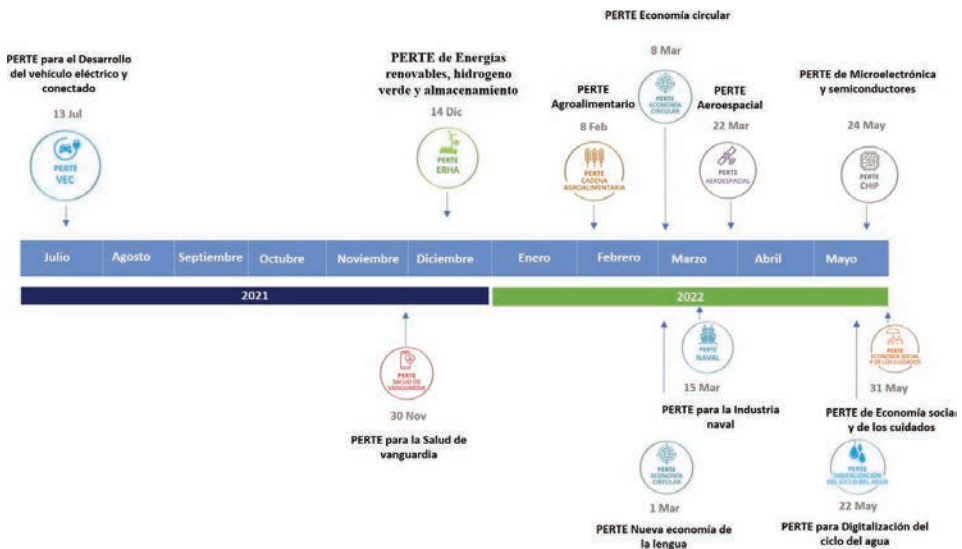
Fuente: Gobierno de España (2021).

Para facilitar el acceso a los fondos del Plan español, el Gobierno dispone de tres grandes instrumentos. Las convocatorias que son publicadas por los ministerios, las empresas públicas estatales, las comunidades autónomas y los ayuntamientos y otras entidades locales; las manifestaciones de interés a través de consultas realizadas por distintos ministerios para examinar posibles ámbitos de actuación, y los Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE). Los PERTE son proyectos de carácter estratégico con gran capacidad de impulso económico, empleo y competitividad, que exigen la colaboración entre administraciones, empresas y centros de investigación. Hasta la fecha se han aprobado once proyectos estratégicos dedicados a: (i) el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado, (ii) la salud de vanguardia, (iii) las energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento, (iv) el sector agroalimentario, (v) la nueva economía de la lengua, (vi) el modelo de economía circular, (vii) la industria naval, (viii) la aeroespacial, (ix) la digitalización del ciclo del agua, (x) los microchips y (xi) la economía social y de los cuidados (gráfico 7).

En referencia a los proyectos vinculados a la transición energética, se han aprobado tres que supondrán una oportunidad indiscutible para aprovechar los fondos europeos en la obtención de los objetivos fijados por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). El PERTE para el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado (4.300 millones de euros), con el objetivo de crear el ecosistema necesario para este tipo de vehículos y convertir a España en el *hub* europeo de electromovilidad. El PERTE de energías renovables, hidrógeno renovable y almacenamiento (6.920 millones de euros) se aprueba con la prioridad de maximizar las oportunidades de la transición hacia una economía neutra de carbono y poder reforzar la autonomía estratégica española. Las energías renovables se

posicionan como proyectos con elevada capacidad transformadora por los territorios, ya que ofrecen notables retornos en términos de reducción de emisiones, creación de empleo a corto plazo y muestran efectos arrastre sobre otros sectores económicos claves. De hecho, es de especial interés en este PERTE el foco en el impulso del hidrógeno verde, considerándolo decisivo para alcanzar el objetivo de renovables establecido en el PNIEC para 2030. Por último, se pone en marcha el PERTE de economía circular (492 millones de euros), para así impulsar la transición del modelo económico lineal hacia un modelo de economía circular. Dentro de este último PERTE, el sector de las renovables debe prepararse para abordar con garantías un crecimiento exponencial en la generación de residuos y el adecuado tratamiento de estos; en especial, las plantas eólicas y fotovoltaicas deberán abordar la gestión de las instalaciones existentes que lleguen al final de su vida útil.

Gráfico 7. *Cronología de los Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) aprobados en el Consejo de Ministros*



Fuente: <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes>.

5. CONCLUSIONES

Las expectativas que han generado los fondos del programa *NGEU* no resultan exageradas, y más aún para España, siendo este uno de los países con mayores ayudas. Más allá de los planes diseñados y de la enorme cantidad de fondos destinados al cambio de modelo energético, la gran apuesta europea presenta al mismo tiempo un desafío significativo para la innovación, la cooperación y la colaboración entre los distintos agentes del ecosistema innovador.

Una implementación oportuna de los proyectos *NGEU* debe ser impulsada, dentro del marco de coordinación de la Comisión de la Unión Europea, por los gobiernos nacionales en enlace directo con sus ciudadanos a través de procedimientos participativos, involucrando a las partes interesadas relevantes (Crescenzi *et al.*, 2021). De lo contrario, la presencia de cuellos de botella en la implementación de los fondos *NGEU* está asegurada.

La dificultad de España va más allá del limitado conocimiento que las empresas puedan tener sobre cómo acceder a los fondos europeos o de una administración pública poco ágil y excesivamente burocratizada. Con la crisis financiera de 2008, España se aleja de la carrera tecnológica internacional mostrando un retroceso significativo en la inversión en I+D e Innovación. Asimismo, los organismos internacionales indican como una de las debilidades del sistema de innovación español la escasa participación de empresas innovadoras que colaboran con otros agentes del ecosistema innovador. Dicha colaboración es esencial para el desarrollo de proyectos innovadores con capacidad tractora y de gran de impacto económico, especialmente en aquellos casos vinculados con el sector energético. El punto anterior cobra especial relevancia si se tiene en cuenta que la inyección de liquidez de fondos europeos debe ser ejecutada en un periodo temporal muy corto.

Los fondos europeos deberán ayudar no únicamente a la recuperación de la pandemia, sino también a superar estas debilidades para construir una economía española digital, sostenible e inclusiva capaz de competir en alta tecnología. Lo que queda claro es que con la llegada de los fondos europeos es necesario más que nunca estrechar la cooperación entre administración, industria, universidad y ciudadanía para generar respuestas y soluciones rápidas a los grandes retos globales que amenazan el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badillo, E. R. y Moreno, R. (2016): "What drives the choice of the type of partner in R&D cooperation? Evidence for Spanish manufactures and services". *Applied Economics*, 48(52), 5023-5044.
- Belderbos, R., Carree, M. y Lokshin, B. (2004): "Cooperative R&D and firm performance". *Research policy*, 33(10): 1477-1492.
- Cainelli, G., De Marchi, V. y Grandinetti, R. (2015): "Does the development of environmental innovation require different resources? Evidence from Spanish manufacturing firms". *Journal of Cleaner Production*, 94: 211-220.
- Christensen, J.L., Hain, D.S. y Nogueira, L.A. (2019): "Joining forces: collaboration patterns and performance of renewable energy innovators". *Small Business Economics*, 52: 793-814.
- Chesbrough, H. (2003): "The logic of open innovation: Managing intellectual property". *California Management Review*, 45(3), 33-58.
- Chesbrough, H. y Crowther, A. K. (2006): "Beyond high tech: Early adopters of open innovation in other industries". *R&D Management*, 36(3), 229-236.

- Chesbrough, H. (2020): “To recover faster from Covid-19, open up: managerial implications from an Open Innovation perspective”. *Industrial Marketing Management*, 88: 410-413.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1989): “Innovation and learning: The two faces of R&D”. *Economic Journal*, 99: 569-596.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1990): “Absorptive-capacity – A new perspective on learning and innovation”. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1): 128-152.
- Costa-Campi, M. T. y García-Quevedo, J. (2019): “Drivers of energy R&D in manufacturing industries”. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 8 (2): 69-80.
- Costa-Campi, M. T., Duch-Brown, N. y García-Quevedo, J. (2019): “Innovation Strategies of Energy Firms”. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26 (5): 1073-1085.
- Crescenzi, R., Giua, M. y Sonzogno, G. V. (2021): “Mind the Covid-19 crisis: An evidence-based implementation of Next Generation EU”. *Journal of Policy Modeling*, 43(2), 278-297.
- Comisión Europea (2019): *Comunicación de la Comisión El Pacto Verde Europeo*. COM(2019) 640 final.
- Comisión Europea (2021a): *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “Objetivo 55”: cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática*. COM(2021) 550 final.
- Comisión Europea (2021b): *The EU’s 2021-2027 long-term Budget and Next Generation EU: Facts and Figures*. Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2761/808559>.
- Dall-Orsoletta, A., Romero, F. y Ferreira, P. (2022): “Open and collaborative innovation for the energy transition: An exploratory study”. *Technology in Society*, 69, 101955.
- Damioli, G., Ghisetti, C., Vertesy, D. y Vezzulli, A. (2021): “Open for growth? Evidence on EU countries and sectors”. *Economics of Innovation and New Technology*, 30(2), 197-219.
- De Marchi, V. (2012): “Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms”. *Research Policy*, 41(3): 614-623.
- Gallagher, K., Grübler, A., Kuhl, L., Nemet, G. y Wilson, C. (2012): “The energy technology innovation system”. *Annual Review of Environment and Resources*, 37: 137-162.
- García-Quevedo, J. (2018): “I+D e innovación en energía”, en J. L. García Delgado, J. C. Jiménez y J. Batalla (Eds.): *Desafíos del sector energético: Un enfoque sectorial*. Thomson Reuters.

- Freeman, C. (1987): *Tecnology and economic performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, Londres.
- Fritsch, M. y Lukas, R. (2001): “Who cooperates on R&D?”. *Research policy*, 30(2), 297-312.
- Ghisetti, C., Marzucchi, A. y Montresor, S. (2015): “The open eco-innovation mode. An empirical investigation of eleven European countries”. *Research Policy*, 44(5), 1080-1093.
- Gobierno de España. (2021): *Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia*.
- Goedhuys, M. y Veugelers, R. (2012): “Innovation strategies, process and product innovations and growth: Firm-level evidence from Brazil”. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 516-529.
- Horbach, J. (2008): “Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources”. *Research Policy*, 37(1): 163-173.
- Horbach, J., Oltra, V. y Belin, J. (2013): “Determinants and specificities of eco-innovations compared to other innovations—An econometric analysis for the French and German industry based on the community innovation survey”. *Industry and Innovation*, 20(6): 523-543.
- Lacerda, J. S. y van den Bergh, J. C. (2020): “Effectiveness of an ‘open innovation’ approach in renewable energy: Empirical evidence from a survey on solar and wind power”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 118: 109505.
- Laursen, K. y Salter, A. (2006): “Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms”. *Strategic Management Journal*, 27(2): 131-150.
- Lundvall, B. A. (1985): *Product Innovation and User-Producer Interaction*, Aalborg, Aalborg University Press.
- Lundvall, B. A. (1992): *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Mata, J. y Woerter, M. (2013): “Risky innovation: The impact of internal and external R&D strategies upon the distribution of returns”. *Research Policy*, 42(2), 495-501.
- Mazzanti, M. y Zoboli, R. (2009): “Embedding environmental innovation in local production systems: SME strategies, networking and industrial relations: Evidence on innovation drivers in industrial districts”. *International Review of Applied Economics*, 23(2): 169-195.
- Parlamento Europeo (2021): *Recovery plan for Europe: State of play*. Think Tank European Parliament. Briefing 07-06-2021.
- Patrucco, A. S., Trabucchi, D., Frattini, F. y Lynch, J. (2022): “The impact of Covid-19 on innovation policies promoting Open Innovation”. *R&D Management*, 52(2), 273-293.

- Srholec, M. (2015): “Understanding the diversity of cooperation on innovation across countries: multilevel evidence from Europe”. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(1-2): 159-182.
- Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L. y Davia, M. A. (2013): “Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs”. *Ecological Economics*, 92: 25-33.
- Vega-Jurado, J., Gutiérrez-Gracia, A. y Fernández-de-Lucio, I. (2009): “Does external knowledge sourcing matter for innovation? Evidence from the Spanish manufacturing industry”. *Industrial and Corporate Change*, 18(4), 637-670.
- Veugelers, R. y Cassiman, B. (1999): “Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms”. *Research Policy*, 28: 63-80.

PALABRAS DE CLAUSURA

ANTONIO BRUFAU

Presidente de Repsol

He de agradecer a la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental su amable invitación a participar en la Clausura del X Simposio Internacional Empresarial.

Este año, se cumplen 10 años de la creación de Funseam. Podemos sentirnos orgullosos de haber ideado y desarrollado una institución de referencia, un foro creíble de discusión y análisis, fuente de divulgación y asesoramiento en materia de energía y sostenibilidad.

Aprovecharé la oportunidad que ahora se me brinda para exponer algunas reflexiones relacionadas con la coyuntura actual y las implicaciones para la transición energética que se enmarcan en el tema de este Simposio.

1. CONTEXTO ENERGÉTICO EUROPEO Y ESPAÑOL

Mi primera reflexión se centra en la situación de España y Europa, el marco donde se debería abordar una transición energética (que no una revolución energética). La transición energética significa “transitar de un punto a otro”, transitar de A a B, y la transición, cualquier transición –como todo viaje– va a una cierta velocidad. Y la velocidad tiene sus costes.

Tenemos, por tanto, que ser conscientes de que la velocidad de la transición tiene unos costes y que la relación coste-eficiencia de lo que estamos haciendo no puede ni debe ser ignorada.

No podemos ni debemos abordar de forma “improvisada o precipitada” una transición energética en Europa cuyo impacto a efectos globales va a ser reducido, dado que Europa emite tan solo en torno al 8% del total de las emisiones mundiales, aunque sus efectos, si estuvieran mal planificados, acarrearán costes sobre nuestra industria y el empleo de calidad en el momento más especial y sensible de las últimas décadas, cuando a la difícil recuperación de los efectos de la pandemia se suman las consecuencias de un conflicto geopolítico y geoestratégico tan complejo como el desencadenado por la guerra en Ucrania.

Estamos en 2022 y debemos transitar hasta ser neutros en carbono en 2050: un “viaje” del 2022 al 2030, del 2030 al 2040 y de allí al 2050. Para realizar este proceso de transformación disponemos de “tecnologías conocidas, competitivas y escalables”, tenemos “tecnologías en vías de desarrollo” y tenemos “tecnologías que todavía están en su fase más prematura de I+D+i”. ¿Cuál va a ser la tecnología predominante? La respuesta es que no lo sabemos. Lo que sí sabemos es que todas estas tecnologías serán necesarias. Todas tendrán su papel y se aplicarán de forma distinta en cada región o país del mundo en función del grado de avance de su economía y de su sociedad. Es decir, necesitaremos más generación eléctrica baja en carbono; necesitaremos más combustibles sintéticos para dar respuesta a los retos de la movilidad y los usos energéticos que no son susceptibles de electrificación en la industria; necesitaremos soluciones sostenibles para el transporte marítimo y aéreo, el transporte de mercancías de larga distancia, los sectores industriales pesados como el siderúrgico, cementero, papel...

Asimismo, necesitaremos más “circularidad en los procesos industriales y en la economía” y, sin duda, necesitaremos el gas como combustible de transición, así como los gases renovables y en particular el hidrógeno. De la mano del ecodiseño, necesitaremos nuevos diseños y materiales (más ligeros y sostenibles) para la construcción. Y, por supuesto, también necesitaremos nuevos hábitos de consumo.

A su vez, no solamente necesitaremos reducir CO₂ emitiendo menos, sino que también necesitaremos retirar el CO₂ que ya hemos emitido y que está en la atmósfera (51.000 millones de toneladas emitidas cada año). Y todo esto solo podemos hacerlo a través de dos medios: bien captura directa del aire, que es un proceso todavía muy incipiente y cuyos costes no son compatibles ni tienen la escala mínima necesaria; bien captura por medios naturales a través de soluciones basadas en la naturaleza (reforestación, mantenimiento de biodiversidad, terrenos agrícolas, manglares...).

Y todo lo anterior tendrá que ser acompañado, desde luego, con un cambio importante en materia de comportamientos del consumidor y educación energética. La vieja fórmula de “desarrollar – fabricar – consumir y tirar” tiene que cambiar por una más sostenible que será “desarrollar y fabricar de forma más sostenible, consumir con responsabilidad y reciclar”.

2. COYUNTURA GEOPOLÍTICA

Mi segunda reflexión versa sobre la coyuntura geopolítica actual, sobre los precios de las materias primas y de la energía, sobre la seguridad de suministro energético y las opciones de alternativas energéticas para España y Europa. Lo que sucede en estos momentos está generando un escenario de enorme incertidumbre en el proceso de la transición energética en la Unión Europea.

Las sanciones al gas y al petróleo rusos derivadas de la invasión a Ucrania, los posibles cortes de suministro unilaterales desde Rusia, unidas a la reducción paulatina de las inversiones en explotación y producción de petróleo y gas provocada por la regulación europea, tienen un importante efecto en la oferta y, por tanto, en la subida imparable de los precios.

Se hace, pues, más patente que nunca la necesidad de plantear alternativas. Un ejemplo son las energías renovables. Pero no podemos ignorar el problema de la intermitencia en las energías renovables. Esto por sí solo ya presenta un problema en el ámbito de la seguridad energética, al poner en riesgo el equilibrio oferta-demanda de electricidad, que posiblemente no pueda cubrirse en su totalidad sin un importante *back-up* de fuentes tradicionales que ahora están conociendo fuertes tensiones inflacionistas.

Vemos –y no poco atónitos– cómo se reabren las centrales de carbón en Europa y se construyen nuevas centrales en países como Alemania. Asimismo, Europa está planteando suplir la dependencia del gas ruso con las importaciones del gas de EE. UU. que provienen del *fracking*, que curiosamente está prohibido en Europa. ¿Cuál es el impacto de todo ello en el medioambiente a nivel global? El mismo.

3. COSTES DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Tercera reflexión: la transición energética lleva irremediablemente asociados unos costes que deberán pagar las empresas y los consumidores. Y hasta este momento no se ha hablado del tema. A la sociedad en general (en España, en Europa y en todo el mundo) no se le ha explicado bien que toda transición lleva costes, que no es gratis. Y que alguien lo tiene que pagar, y que lo pagará el consumidor.

Por tanto, cuando vemos el precio del kW disparado, cuando vemos el precio de la gasolina disparado, una parte se debe a Ucrania, pero otra parte se debe a los aspectos básicos de este sector. Y lo que hay que explicar es que transitar rápidamente significa incorporar costes. No será políticamente correcto hablar de ello, pero es la realidad.

Para acometer la descarbonización de los distintos sectores productivos, la asignación de recursos financieros será muy diferente a la actual. Habrá que gestionar la incertidumbre y el riesgo de las nuevas inversiones, así como canalizar los fondos financieros hacia los países en desarrollo.

Un proceso donde serán necesarias inversiones multibillonarias. Las estimaciones de inversiones necesarias para llegar a las cero emisiones en 2050 se estima que suponen un total de 275 billones (millones de millones) de dólares o, lo que es lo mismo, 9,2 billones de dólares anuales.

Y lo concerniente a quién debe pagar la transición, quién financiará esta transición, tiene especial trascendencia por su gran impacto socioeconómico. He aquí una cuestión que deberá abordarse en colaboración y diálogo del sector público con el sector privado.

Quiero subrayar la importancia que tendrán los distintos *stakeholders* en relación con las decisiones de inversión óptimas de la transición, para lo que deben tomarse en consideración tres factores:

- Primero: ¿qué modelo de financiación captará capital a la velocidad y escala necesarias?

- Segundo: ¿de qué modo la financiación puede incorporar el principio de equidad, basándonos en el historial previo de emisiones y en quién tiene la capacidad de pago?
- Tercero: ¿cuáles van a ser los efectos secundarios del modelo de financiación que se elija? Este último aspecto tiene especial relevancia, ya que puede afectar profundamente en las consecuencias socioeconómicas de la transición a las cero emisiones netas, según cómo se obtenga ese capital. Por ejemplo, si el capital se consigue con impuestos a los consumidores, esto podría afectar negativamente al consumo en otros sectores si no se equilibra con medidas de estímulo fiscal. Hemos de tener una visión global en este enorme reto, ya que algunos sectores podrían verse condicionados por estas medidas financieras hacia la transición energética, obteniendo en el balance final menos ingresos y con menos empleos generados.

Las fuentes de financiación también deben ser bien analizadas, ya que podrían derivar en una mayor desigualdad entre regiones, debido a que los países menos desarrollados tendrán más dificultades en obtener recursos para la transición energética.

Necesitamos por tanto catalizar una reasignación efectiva del capital y nuevas estructuras financieras, desarrollando instrumentos financieros que incluyan una mayor colaboración público-privada y el desarrollo de nueva economía y nuevos mercados *low carbon*.

En definitiva, y a modo de resumen, al hablar de los costes de la transición energética, debemos hacernos preguntas como ¿cuánto estamos dispuestos a pagar por utilizar 100% fuentes de energías verdes?: ¿compraremos combustibles avanzados para aviación a un precio superior al keroseno estándar?: ¿compraremos cemento verde que cuesta el doble que el normal?

4. ASPECTOS COLATERALES DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Para terminar, dejaré apuntadas tres cuestiones muy relevantes y a su vez muy relacionadas con los costes de la transición energética para Europa y para España:

- *Pérdida de competitividad de la industria y deslocalización, y sus consecuencias en el empleo y en el PIB.*

Han de crearse los mecanismos que pongan a la industria europea y nacional en igualdad de condiciones al resto del mundo, por ejemplo, con la activación de los precios al carbono en frontera (un tema que sabemos es extraordinariamente complejo) que protejan de forma adecuada nuestras importaciones y con mecanismos de apoyo claros que incentiven nuestras exportaciones.

- *Fuga de carbono.*

Si la industria en Europa (con estándares europeos) es la más eficiente a nivel mundial, ¿no será mejor para el planeta si la mantenemos en Europa?

- *Aumento de la dependencia de materias primas con las energías renovables y la electrificación.*

Estamos cambiando la dependencia de la geopolítica del petróleo y del gas por la geopolítica y la dependencia de los minerales críticos y por la dependencia de los tres o cuatro países en el mundo que producen tierras raras, litio, cobalto y otros. Se crearán, por ello, nuevas dependencias de importación, cuellos de botella, escasez de suministros y disrupciones, así como riesgos geopolíticos aún mayores que los actuales para el suministro de estas materias primas en cada fase del proceso.

Y es que una de las principales diferencias de la generación renovable –esencial para la descarbonización– es que las instalaciones fotovoltaicas y eólicas generadoras de electricidad, o los vehículos eléctricos, requieren más recursos minerales que sus equivalentes alimentados por combustibles fósiles. Así, de media, un coche eléctrico multiplica por seis las materias primas minerales utilizadas en relación con un automóvil convencional, y una planta eólica requiere nueve veces más minerales que una central de ciclo combinado de gas natural.

* * *

A pesar de todos estos retos, considero que en la Unión Europea y, en concreto, en España, nos encontramos en una situación privilegiada que debemos aprovechar: el lanzamiento de los fondos europeos.

Los fondos europeos representan una gran oportunidad para impulsar la transición energética, el desarrollo de todas las soluciones tecnológicas que serán necesarias, las que conocemos y las que aún no conocemos.

Pero la asignación de estos fondos supone una enorme responsabilidad. Tenemos el deber de aprovechar esta situación “única”: estamos hablando del mayor paquete de estímulo a la economía financiado hasta la fecha por la Unión Europea.

Debemos por tanto pensar muy bien “a qué dedicamos” y “cómo dedicamos” esos fondos, “cómo vamos a ejecutarlos” con rigor y de manera eficiente, “en qué tiempos”, ya que serán esenciales, junto con el esfuerzo de todos los agentes económicos, para llevar a cabo esta tarea de enorme repercusión para el presente y para el futuro de las nuevas generaciones.

