



ESTRATEGIA PARA LA EVOLUCIÓN HACIA LOS ECOCOMBUSTIBLES

AOP



PROPUESTA TECNOLÓGICA DEL SECTOR DEL REFINO ESPAÑOL PARA PARTICIPAR EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

INTRODUCCIÓN

PAG. 04

BENEFICIOS

PAG. 10

RUTAS TECNOLÓGICAS

PAG. 16

MEDIDAS PROPUESTAS

PAG. 24

CONCLUSIÓN

PAG. 28

ANEXOS

PAG. 30

INFOGRAFÍA

PAG. 40

— INTRODUCCIÓN

01

La UE tiene el objetivo, en el marco del Acuerdo de París, de liderar el esfuerzo global contra el cambio climático. Nuestro sector **está completamente comprometido con ese objetivo y está en disposición de desempeñar un papel fundamental en la transición energética y hacerla tan efectiva como inclusiva, suministrando combustibles líquidos de bajo contenido en carbono: ecocombustibles.**

Es un compromiso que no es nuevo

Llevamos muchos años mejorando nuestros procesos y productos para priorizar los objetivos medioambientales, aumentar la eficiencia energética y contribuir a la reducción de emisiones, asumiendo como un reto tecnológico el desafío del cambio climático.

Es un compromiso con el futuro

Es imprescindible seguir suministrando la energía necesaria para el bienestar de la sociedad, el crecimiento de la economía, la creación de empleo y, en general, el desarrollo del país. Y hacerlo, al mismo tiempo, intensificando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para alcanzar la neutralidad de emisiones en 2050. Para ello es preciso desarrollar el marco regulatorio que lo impulse y apostar por la innovación tecnológica.





La Comisión Europea defiende que la lucha contra el cambio climático debe acompañarse del principio de neutralidad tecnológica, ya que los avances en la innovación pueden fomentarse, pero no siempre preverse, por lo que no tiene sentido establecer barreras al desarrollo y a la innovación en las diferentes alternativas energéticas.

Señala la Comisión, además, que “sobre la base de los conocimientos y las tecnologías actuales, la electrificación con energías renovables por sí sola no será la panacea para todos los medios de transporte”⁽¹⁾. Por eso, una transición energética beneficiosa para todos debe contar con todas las alternativas tecnológicas.

Debemos seguir contribuyendo al crecimiento y hacerlo más sostenible, satisfaciendo las necesidades de la sociedad de manera más eficiente desde el punto de vista medioambiental, social y económico. Los combustibles líquidos han permitido un desarrollo sin precedentes en la historia de la humanidad y **seguirán siendo imprescindibles para reducir las emisiones:**



En aquellos usos del transporte, en los que, por la elevada densidad energética de los combustibles líquidos, no son fácilmente sustituibles (transporte pesado por carretera, aéreo y marítimo).



En aquellos otros usos como el transporte ligero en los que, a pesar de tener alguna alternativa, no es factible en todos los casos o asequible para todas las personas, y sí es posible aportar soluciones tecnológicas más eficientes y a menor coste que la electrificación.



En el desarrollo de productos para usos no energéticos, fundamentalmente, materias primas químicas esenciales para la vida de las personas, como la producción de alimentos, la construcción de viviendas, el equipamiento médico o los materiales para la generación de energías renovables.

Nuestra industria ya está actuando ante el inmenso desafío al que como sociedad nos enfrentamos, trabajando en la transición hacia un futuro de bajas emisiones de GEI que hemos concretado en nuestra “**Visión 2050**”⁽²⁾. **En esta Estrategia detallamos cómo estamos impulsando la refinería del futuro como actor contra el cambio climático**, mediante la implementación de nuevas tecnologías que permitirán reducir las emisiones derivadas de su actividad y también las asociadas al uso de los combustibles que se producen en ellas (ej. energías renovables para producir hidrógeno verde, producción de ecocombustibles o captura y utilización del CO₂).

La industria del refino tiene capacidad de combinar el procesamiento del crudo con otras materias primas, como algunos residuos y materias primas sostenibles de origen orgánico, además de seguir mejorando la eficiencia energética de sus procesos e integrar su cadena de valor con las de las plantas petroquímicas y de las otras industrias existentes en su entorno.

⁽¹⁾ “Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo en una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra”, Noviembre 2018

⁽²⁾ <https://www.aop.es/vision-2050-del-refino-en-europa/>

Esta Estrategia responde a nuestro **compromiso y nuestra voluntad de seguir avanzando y contribuyendo en la lucha contra el cambio climático**, y participar en todas las fórmulas que para ello se planteen, **de invertir en tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI** y, al tiempo, fomentar el desarrollo industrial, tecnológico y social de nuestro país. Queremos potenciar nuestra **contribución a una industrialización sostenible, a la innovación socialmente rentable y a la creación de empleo de calidad en España**, así como aportar valor en otros retos acuciantes para nuestro país, como el **impulso de la economía circular o el desarrollo de las zonas rurales**, frenando las dinámicas de despoblación.

Nuestro planteamiento es plenamente compatible con los compromisos europeos y españoles en la lucha contra el cambio climático, de los que queremos sentirnos partícipes y a los que queremos contribuir, formando parte de las soluciones que se acuerden desde el Ministerio para la Transición Ecológica para reducir las emisiones de GEI y preservar el medio ambiente. Teniendo en cuenta el reto que tenemos por delante, con base en los objetivos del Marco Estratégico de Energía y Clima, será necesario contar con todas las tecnologías para tener éxito.

Es, además, un planteamiento coherente con la Agenda Sectorial de la Industria Química y del Refino impulsada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, lo cual supone una oportunidad para avanzar en el desarrollo de esta Estrategia, de forma que se garantice la **competitividad de la industria del refino, y de todas de las que de ella dependen** y, sobre todo, su plena integración y participación en el proceso de transición energética, teniendo en cuenta el papel clave que queremos desempeñar en este compromiso conjunto de la sociedad española.

Esta Estrategia, en definitiva, presenta las bases para que el sector del refino español y la Administración inicien **un camino que sitúe a España como líder en tecnologías para el desarrollo de procesos y ecocombustibles** para cumplir los objetivos de París, **mejorando, a la vez, la calidad del aire de nuestro entorno, impulsando la economía circular, contribuyendo al almacenamiento de energía, garantizando la seguridad de suministro**, dando alternativas al desarrollo de zonas rurales, y, todo ello, generando empleo de calidad y bienestar para el conjunto de los ciudadanos, con importantes aportaciones a un crecimiento económico y una industrialización sostenibles en nuestro país.



*Esta Estrategia responde
a nuestro compromiso y
nuestra voluntad de seguir
avanzando en la lucha contra
el cambio climático y participar
plenamente en este desafío*



Para ello, se plantean a continuación los **beneficios** que pretendemos lograr con estos desarrollos tecnológicos y las diferentes **rut**as en las que pueden concretarse, para finalmente plantear una serie de **propuestas de medidas** para impulsar esta evolución.



BENEFICIOS

02

NUESTRA ESTRATEGIA REDUCE LAS EMISIONES DE CO₂

Impulsa la
**ECONOMÍA
CIRCULAR**



Favorece el desarrollo
industrial y la

**TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGÍAS**

con otros sectores industriales



Proporciona
nuevas formas de
ALMACENAMIENTO
de energía



Genera
EMPLEO DE CALIDAD,
bienestar y beneficios
para la economía española



Incrementa la
SEGURIDAD DE SUMINISTRO
reduciendo la dependencia energética exterior



Potencia el
**DESARROLLO DE
ZONAS RURALES**



Fomenta la
I+D+i
en España



Con esta Estrategia **queremos contribuir a la consecución de los objetivos del “Marco Estratégico de Energía y Clima” y de la “Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo”**, a través del desarrollo de rutas tecnológicas para la fabricación **y puesta en el mercado de ecocombustibles**, que tendrán las mismas características de elevada densidad energética que los combustibles actuales y podrán aprovechar su amplia y versátil red de infraestructuras de distribución, pero producirán cada vez menos emisiones de CO₂ en su fabricación y en su utilización final.

Para avanzar en la reducción de emisiones y en la fabricación de estos ecocombustibles es necesario ahondar en el desarrollo e implantación de las rutas tecnológicas, que describiremos en el siguiente apartado. El objetivo de reducción de emisiones es muy ambicioso y, para conseguirlo, es vital la implicación de nuestro sector junto con la Administración, además de los sectores relacionados que podrían sumarse a este compromiso, amplificando su potencial.

Simultáneamente a la reducción de emisiones de CO₂, objetivo prioritario de esta Estrategia, los beneficios adicionales que se obtienen son los siguientes:



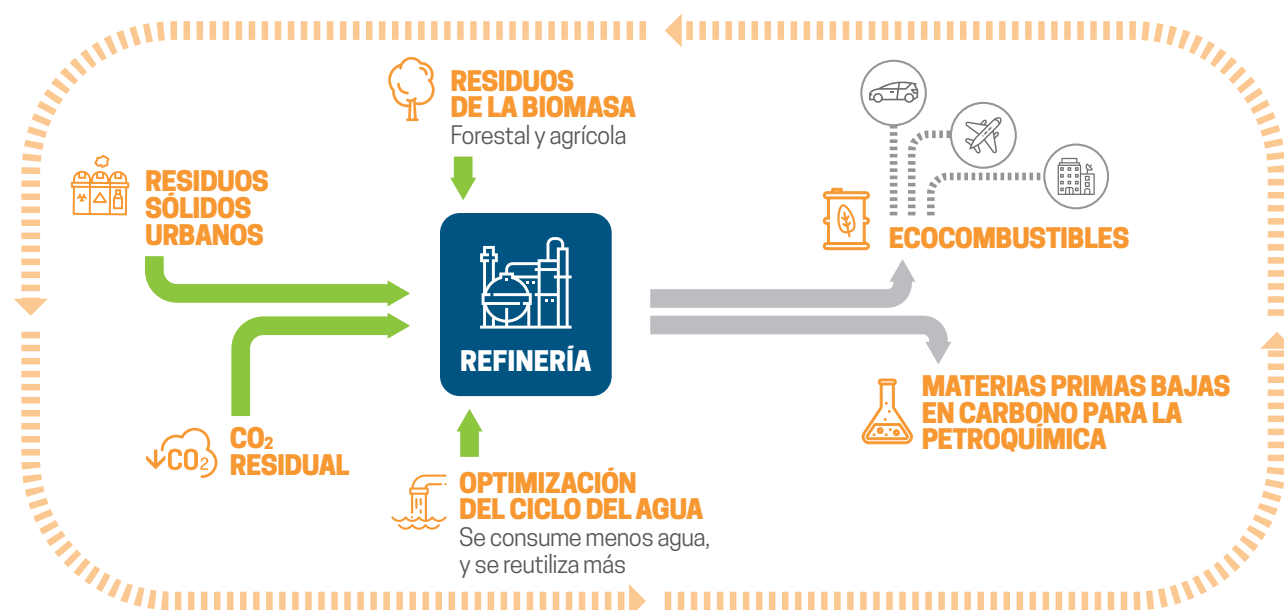
01

IMPULSA LA ECONOMÍA CIRCULAR

Nuestra Estrategia **impulsará la economía circular en España**, un objetivo estrechamente vinculado también con la lucha contra el cambio climático, favoreciendo un uso y reutilización eficiente de los recursos, materias primas y productos a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo la gestión de residuos, y contribuirá a crear un modelo sostenible a través de un consumo responsable, reduciendo así globalmente el consumo de materias primas naturales.

Las refinerías actuarán como centros energéticos dentro de los polos industriales en los que se intercambiarán tanto energía (facilitando su producción, almacenamiento y suministro), como materias primas, siendo, a su vez, sumideros de residuos para el cierre del ciclo de la economía circular.

Figura 1: El refino y la economía circular



02

FAVORECE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS CON OTROS SECTORES INDUSTRIALES

La mayor integración de las refinerías con las plantas químicas y otras industrias conllevará el ahorro de energía y la reducción tanto de los costes como, sobre todo, de las emisiones en el transporte de materias primas y residuos entre industrias. Además, la industria del refino contribuirá con su conocimiento y experiencia al desarrollo e investigación de tecnologías que podrán ser aprovechadas en otros sectores industriales y multiplicar los efectos en la reducción de emisiones, como la captura y almacenamiento y/o utilización de CO₂, y el tratamiento de residuos (incluidos los plásticos) que de este modo evitará su deposición en vertedero o incineración, además de posibilitar su incorporación a la fabricación de nuevos productos.

En el Anexo 02 se describe el potencial de transferencia de tecnologías con otros sectores.



03

PROPORCIONA NUEVAS FORMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Nuestro sector es uno de los principales productores y consumidores de hidrógeno, por lo que está en disposición de asumir el desarrollo tecnológico necesario para una producción de hidrógeno con baja huella de carbono. Este hidrógeno se podrá utilizar como materia prima en nuestros procesos de forma que, al incorporarse a nuestra amplia gama de productos, permitirá reducir la huella de carbono del producto final.

Adicionalmente, **gracias a su densidad energética, el hidrógeno tiene un gran potencial como forma de almacenamiento de energía libre de emisiones de CO₂**, que es preciso aprovechar en la lucha contra el cambio climático. La integración de las actividades del refino con la producción de hidrógeno para almacenamiento de energía, ayudará a resolver la intermitencia de las fuentes renovables y así aumentar su penetración en el mix de generación eléctrica.



04

GENERA EMPLEO DE CALIDAD, BIENESTAR Y BENEFICIOS PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Nuestro sector es, sin duda, **uno de los principales motores de la actividad industrial española. Generamos de manera directa, indirecta e inducida más de 200.000 empleos.** Son puestos de trabajo de alta cualificación, con salarios por encima de la media y más estables (el 91% de nuestros asalariados disfrutan de un contrato indefinido, frente al 76% del conjunto de España).

Nuestra **cifra de negocio en España asciende a más de 40.000 M€ y nuestro valor añadido bruto supone un 2,1% de la industria manufacturera.** Nuestras inversiones han superado los 27.000 M€ en los últimos 25 años, lo que ha permitido, entre otros resultados, mejorar nuestra competitividad y los resultados del conjunto del sector exterior español, clave para la recuperación económica, así como nuestra capacidad de adaptación a las necesidades de la demanda, pasando a ser uno de los grandes sectores exportadores del país, gracias a un valor de las exportaciones de productos petrolíferos que en 2018 ascendieron a 12.700 M€. Además, **nuestro sector contribuye a la sostenibilidad de los servicios públicos**, ejerciendo como uno de los principales recaudadores de impuestos a través de nuestros productos: en 2018, recaudó más de 18.000 M€ entre el Impuesto Especial de Hidrocarburos (IEH) y el IVA.

Dando estabilidad y futuro al sector, seguiremos aportando valor en el proceso de transición ecológica manteniendo y generando empleo de calidad.

*Generamos de manera
directa, indirecta e inducida
más de 200.000 empleos*



05 INCREMENTA LA SEGURIDAD DE SUMINISTRO

El aprovechamiento de materiales residuales, que podrían tener un origen diverso (ej. biomasa autóctona, residuos sólidos urbanos, residuos plásticos u otro tipo de residuos de la industria alimentaria), junto con el aprovechamiento de la generación renovable de hidrógeno (H₂ verde) como almacenamiento energético, contribuirán a **reducir la dependencia energética exterior** en línea con los objetivos nacionales y europeos.



06 POTENCIA EL DESARROLLO DE ZONAS RURALES

Los ecocombustibles ofrecen una magnífica oportunidad para promover el **desarrollo económico en zonas rurales**. La producción de estos combustibles puede basarse en materias primas orgánicas, procedentes de residuos agrícolas o forestales, lo que permitirá una integración de las actividades agrícola, forestal e industrial.

Esta integración ayudará a fijar una parte de la actividad industrial en zonas rurales, generando puestos de trabajo en áreas afectadas por la despoblación, contribuyendo así a revertir esta preocupante tendencia.



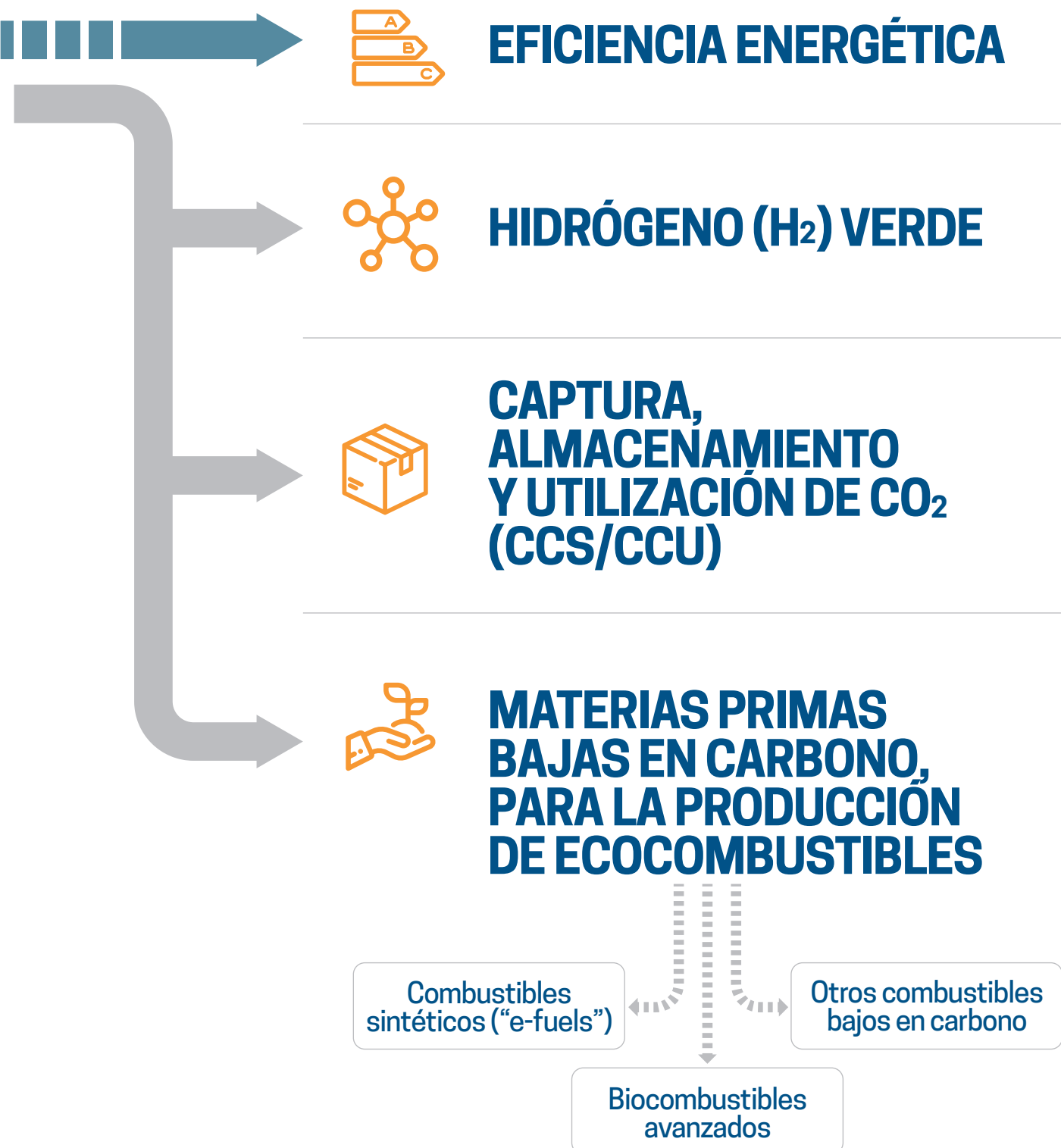
07 FOMENTA LA I+D+i EN ESPAÑA

El desarrollo de esta Estrategia **impulsará líneas de investigación e innovación en las rutas tecnológicas señaladas que, al amparo de los Programas Marco de Investigación e Innovación en Europa y del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación**, permitirán la generación y fortalecimiento de conocimiento en nuestro país y su puesta en valor en el ámbito internacional, así como la promoción y retención de talento científico y la empleabilidad en I+D+i. Nuestro sector puede contribuir a acelerar el proceso de innovación tecnológica en España, aplicando nuestro liderazgo y experiencia como industria europea más innovadora en procesos.



RUTAS TECNOLÓGICAS

03



Existen numerosas rutas tecnológicas para reducir las emisiones de CO₂, tanto en los procesos de las refinerías como en los productos que se fabrican en ellas, que a la vez tendrán su efecto en las industrias integradas en el mismo entorno.

En este apartado se describen brevemente las rutas tecnológicas disponibles, algunas de ellas ya en desarrollo, resaltando aquellas que creemos tienen mayor potencial en el contexto español. En este escenario, cada compañía y cada refinería española encontrará la manera más eficiente de desarrollar estas tecnologías, mediante la combinación de medidas operativas e inversiones específicas y oportunidades externas. Las opciones disponibles a nivel práctico variarán de una instalación a otra y dependerán de factores como la configuración existente, la localización y la proximidad con otras industrias.

El impulso del sector del refino y la colaboración con otros sectores industriales será clave para acelerar el desarrollo de las tecnologías bajas en carbono. Esta colaboración será **especialmente relevante con los sectores de la petroquímica, la automoción, el tratamiento de residuos o la climatización residencial**, de modo que se puedan aprovechar al máximo las sinergias existentes para la reducción de emisiones.

Figura 2: La refinería como centro energético dentro de “clusters” industriales



Las rutas tecnológicas para reducir las emisiones de CO₂ en las refinerías se pueden clasificar en cuatro grandes bloques: la eficiencia energética, el uso de fuentes de energía bajas en carbono (ej. producción de H₂ verde), la captura de CO₂ para su posterior almacenamiento o uso y la incorporación de materias primas bajas en carbono para la producción de ecocombustibles: biocombustibles avanzados, sintéticos y otros combustibles bajos en carbono.

La eficiencia energética no está descrita en este apartado como una ruta tecnológica porque **es ya, en la actualidad, una de las palancas fundamentales para reducir nuestras emisiones e intensidad energética**, y es una de las prioridades esenciales en nuestro sector, que lleva años implementando procedimientos de gestión energética y mejora de la eficiencia. Estos procesos de mejora continua ofrecen oportunidades que seguiremos optimizando, para reducir aún más las emisiones de nuestros centros industriales en el futuro. **Se estima que mediante eficiencia energética nuestro sector puede reducir sus emisiones un 17% en 2030 y un 22% en 2050, con respecto a 2008³.**

Además de las oportunidades de reducción de emisiones que nos ofrece la eficiencia energética existen otras tecnologías englobadas dentro de las otras tres rutas tecnológicas que hemos identificado como de mayor potencial de desarrollo en España.

A continuación se resumen estas tecnologías, así como su potencial de reducción de emisiones de CO₂ y el coste de inversión asociado. Se puede encontrar información más detallada al respecto en el Anexo 03 de este documento.

⁽³⁾ "CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)", CONCAWE
<https://www.concawe.eu/publication/co2-reduction-technologies-opportunities-within-the-eu-refining-system-2030-2050-qualitative-quantitative-assessment-for-the-production-of-conventional-fossil-fuels-scope-1-2/>

HIDRÓGENO (H₂) VERDE ⁴

Producción de hidrógeno a partir de agua y electricidad renovable.

Esta ruta proporciona un doble beneficio ya que, por una parte, se reducen las emisiones asociadas a la producción de H₂ y, por otra, permite el almacenamiento de la energía eléctrica renovable en forma de H₂ frente a desajustes entre la producción renovable y la demanda eléctrica.

Adicionalmente, esta tecnología también tiene el potencial de desarrollar otras vías de producción de ecocombustibles como son los combustibles sintéticos (“e-fuels”) y el H₂ para su empleo como combustible en soluciones de movilidad.

POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE CO₂

2030 ⁵

HASTA

72%

72% de las emisiones actuales asociadas a la producción de H₂. Esto supondría una reducción de hasta un 14% de las emisiones totales de las refinерías. Teniendo en cuenta el inventario de emisiones de 2018, y equivaldría a 1,6 Mt que es equiparable a las emisiones de 1,6 millones de habitantes (la población de la provincia de Murcia).

2050 ⁶

HASTA

100%

El 100% de la producción de H₂ en 2050 se puede considerar que sería neutra en emisiones de CO₂ equivalente.

COSTE DE INVERSIÓN (CAPEX)

2030

2050



1.000\$/
kW-H₂



650\$/
kW-H₂

Estos CAPEX equivaldrían a unas inversiones de 100 y 65 M\$ respectivamente para unos electrolizadores de 150MW de potencia instalada.

(⁴) “CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)”, CONCAWE <https://www.concawe.eu/publication/co2-reduction-technologies-opportunities-within-the-eu-refining-system-2030-2050-qualitative-quantitative-assessment-for-the-production-of-conventional-fossil-fuels-scope-1-2/>

(⁵) El potencial de reducción de emisiones de CO₂ asociado a la producción de H₂ mediante energía eléctrica varía en función del tipo de energía eléctrica que se emplee en el proceso. Cálculo realizado considerando un pool de energía eléctrica con el 74% de energía renovable (Según borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, PNIEC).

(⁶) El potencial de reducción de emisiones de CO₂ asociado a la producción de H₂ mediante energía eléctrica varía en función del tipo de energía eléctrica que se emplee en el proceso. Cálculo realizado considerando un pool de energía eléctrica con el 100% de energía renovable (Según borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, PNIEC).



CAPTURA, ALMACENAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE CO₂ (CCS/CCU) ⁷

Captura del CO₂ generado en las refinerías para su posterior transporte y almacenamiento en yacimientos geológicos. Además, el CO₂ capturado puede utilizarse como materia prima en un amplio abanico de oportunidades, que van desde la formulación de polímeros a la obtención de ecocombustibles, su uso como material de construcción o la fabricación de cemento.

La captura del CO₂ se puede realizar mediante diferentes tecnologías. Actualmente, los sistemas de absorción con aminas son considerados como la tecnología preferente para su uso en las refinerías ya que se podrían adaptar las unidades de aminas ya existentes.

POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE CO₂

2050



Hasta el 70% de las emisiones de las refinerías. Teniendo en cuenta el inventario de emisiones de 2018, esto equivaldría a 8 Mt que es equiparable a las emisiones de 7,6 millones de habitantes (la suma de la población de las Comunidades Autónomas de Madrid y Asturias).

COSTE DE INVERSIÓN (CAPEX) PARA CAPTURA

2050



(⁷) "CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)", CONCAWE
<https://www.concawe.eu/publication/co2-reduction-technologies-opportunities-within-the-eu-refining-system-2030-2050-qualitative-quantitative-assessment-for-the-production-of-conventional-fossil-fuels-scope-1-2/>



MATERIAS PRIMAS BAJAS EN CARBONO PARA LA PRODUCCIÓN DE ECOCOMBUSTIBLES⁸

Esta ruta tecnológica comprende diversas opciones de integración progresiva de materias primas bajas en carbono en el sistema de refino para la producción de ecocombustibles, es decir, para avanzar en el desarrollo de productos con cada vez menor intensidad de carbono. A continuación, se describen brevemente algunos de los ecocombustibles obtenidos a partir de estas materias primas y se proporcionan estimaciones de la reducción de la intensidad de carbono y de los costes asociados.



⁽⁸⁾ "Refinery 2050: Conceptual Assessment. Exploring opportunities and challenges for the EU refining industry to transition towards a low-CO₂ intensive economy" – CONCAWE
<https://www.concawe.eu/publication/refinery-2050-conceptual-assessment-exploring-opportunities-and-challenges-for-the-eu-refining-industry-to-transition-towards-a-low-co2-intensive-economy/>

Combustibles sintéticos (“e-fuels”)

Estos combustibles se producen a partir del CO₂ capturado y el H₂ verde por lo que tienen sinergias claras con las dos rutas a las que nos hemos referido con anterioridad.

En una primera etapa el CO₂ y el H₂ se hacen reaccionar para formar el denominado gas de síntesis que en una segunda etapa se puede convertir en hidrocarburos mediante el proceso Fischer-Tropsch (FT). La integración de la producción de estos combustibles se puede concebir en diferentes vías: desde el procesamiento del producto obtenido en la reacción de FT en las unidades actualmente existentes para producir gasolina, diésel y queroseno, hasta el uso de las propias emisiones de CO₂ de la refinería como alimentación al proceso de FT.

Biocombustibles avanzados

Se entiende por biocombustibles avanzados aquellos producidos a partir de materias primas de origen biológico que, en su mayor parte, son residuos⁹ (ej. lípidos, residuos forestales). Existen numerosas tecnologías (ej. hidrotratamiento, gasificación + Fisher Tropsch, pirólisis) para convertir estas materias primas en biocombustibles que pueden integrarse en el esquema de las refinerías, sea directamente mediante el co-procesado en unidades de proceso existentes, sea mediante el tratamiento en unidades dedicadas específicamente a ello.

Otros combustibles bajos en carbono

Otras materias primas provenientes de residuos de origen no biológico (ej. residuos urbanos o plásticos) también son susceptibles de ser convertidas en ecocombustibles mediante las vías descritas anteriormente (ej. pirólisis).

POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE LA INTENSIDAD DE CARBONO

2050

100%

Menor que los combustibles convencionales actuales en función del grado de uso de estas tecnologías en la refinería. Esto se traduce en una intensidad de emisiones de entre 20 y 40 gCO₂/MJ.

COSTE DE INVERSIÓN (CAPEX)¹⁰



BAJA penetración

1.000-10.000 M€



MÁXIMA penetración

6.000-15.000 M€

⁽⁹⁾ Los “biocombustibles avanzados” están definidos en la nueva Directiva de fomento de energías renovables (Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018), como aquellos producidos a partir de las materias primas indicadas en la parte A del Anexo IX de la misma Directiva.

⁽¹⁰⁾ Resultados teóricos calculados para una refinería de 160.000 barriles/día.



MEDIDAS PROPUESTAS

04

La implantación de las tecnologías analizadas anteriormente requiere importantes inversiones, y **este esfuerzo inversor necesita el respaldo de políticas y medidas de incentivo**. En este sentido, resulta esencial disponer de un marco regulatorio que incluya las señales adecuadas para la implantación y desarrollo de tecnologías innovadoras, que hagan posible una mayor capacidad y compromiso en la lucha contra el cambio climático.

Igualmente necesaria sería la **integración de las rutas tecnológicas propuestas en las políticas españolas** industrial y tecnológica, así como **medidas de carácter fiscal** que faciliten no solo las inversiones, sino también la **adopción de decisiones por parte de los consumidores**.

A continuación, se relacionan, con carácter **meramente enunciativo**, algunas de las **políticas y medidas que facilitarían la implantación y desarrollo de las citadas tecnologías**.



01 MEDIDAS DE CARÁCTER REGULATORIO

- Propuestas normativas en el marco de transposición de la Directiva de Energías Renovables.
- Regulación del fin de la condición de residuo de los biocarburantes producidos a partir de residuos.



02 MEDIDAS EN LOS ÁMBITOS DE LA I+D+i Y DE LA FINANCIACIÓN

Formulación del nuevo Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación para 2021-2025, y sucesivos, como un plan abierto e inclusivo de la totalidad de prioridades temáticas que ya están reconocidas en los programas e iniciativas europeas.



03 MEDIDAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA INDUSTRIAL

- Aprobación de un ambicioso plan de renovación acelerada del parque de vehículos, incentivando la sustitución de los vehículos más antiguos por vehículos nuevos más eficientes y con menores emisiones tanto de CO₂ como de NO_x y partículas, incluidos los nuevos vehículos diésel y gasolina Euro 6d.
- Definición de una Estrategia Industrial a largo plazo a través de una Mesa Sectorial del Refino.
- Ampliación de la regulación vigente sobre masas y dimensiones de los vehículos de transporte de mercancías por carretera con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂.
- Impulso de las acciones en materia de financiación de proyectos y desarrollo y gestión de programas de ayudas públicas que permitan impulsar actuaciones y proyectos de eficiencia energética en nuestro sector.



04 MEDIDAS EN EL ÁMBITO DE LA FISCALIDAD

Adopción de medidas que favorezcan e incentiven la adecuada inversión en las rutas tecnológicas descritas y estimulen la demanda de los ecocombustibles.



CONCLUSIÓN

05

COMPROMISO



Las empresas que conformamos el sector del refino español estamos completamente comprometidas con la lucha contra el cambio climático y la neutralidad climática en 2050 y estamos en disposición de desempeñar un papel fundamental en la transición energética, desarrollando las rutas tecnológicas (hidrógeno verde, CCS/CCU, “e-fuels”, biocombustibles avanzados y otros combustibles bajos en carbono) para **suministrar ecocombustibles que permitan seguir satisfaciendo las crecientes necesidades de energía para el desarrollo de la economía, el bienestar de la sociedad y el progreso del país en los próximos años.**

BENEFICIOS



Además, las inversiones y desarrollos tecnológicos asociados a esta Estrategia **redundarán, no solo en la competitividad y crecimiento de la economía, el desarrollo industrial y la creación de empleo, sino también en la protección del medio ambiente, más allá de la reducción de emisiones**, avanzando en la eficiencia energética y la gestión de residuos, contribuyendo a la mejora del bienestar de todos los ciudadanos y el futuro del planeta. Aportarán importantes beneficios para otros sectores industriales, que serán más sostenibles y aumentarán su integración con la industria del refino utilizando nuevas fuentes de materias primas y energías bajas en carbono. Tendrán también considerables beneficios para el conjunto de la sociedad, como principal destinataria de los avances tecnológicos planteados, de las inversiones previstas y, en particular, de la reducción de emisiones que con ello se podrá lograr.

IMPLICACIÓN



Como hemos visto a lo largo de esta Estrategia, **la implantación de las tecnologías analizadas va a requerir importantes inversiones, y para que éstas se puedan realizar, se necesitan políticas y medidas incentivadoras que las apoyen.** En este sentido, resulta esencial disponer de un marco regulatorio que incluya las señales adecuadas para la implantación y desarrollo de tecnologías innovadoras, la integración de las rutas tecnológicas propuestas en las políticas españolas industrial y tecnológica, así como medidas de carácter fiscal que faciliten no solo las inversiones, sino también la adopción de decisiones por parte de los consumidores, sin establecer barreras al desarrollo y a la innovación en las diferentes alternativas energéticas. De esta forma se logrará proporcionar una alternativa estratégica que no se limite a la electrificación, que hasta hoy se ha planteado como la única vía posible para la reducción de emisiones de CO₂.

COHERENCIA



Esta Estrategia **está completamente alineada con los objetivos del Gobierno y del Ministerio para la Transición Ecológica**, plasmados en el Marco Estratégico de Energía y Clima, **así como con la Agenda Sectorial de la Industria Química y del Refino** impulsada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Para su desarrollo es fundamental la implicación del Gobierno para que tome el liderazgo como promotor, facilitador y garante en el despliegue de los instrumentos regulatorios y de estímulo planteados.

HORIZONTE



En definitiva, **esta Estrategia presenta las bases para que el sector del refino español y la Administración inicien un camino que sitúe a España como líder en tecnologías que contribuyan a la lucha contra el cambio climático y el cumplimiento de los objetivos de París, mediante el desarrollo de procesos sostenibles y la fabricación de ecocombustibles**, obteniendo a la vez importantes beneficios para el conjunto de la sociedad, sumando a la reducción de emisiones otras ventajas en la protección del medio ambiente y de nuestro planeta, tales como la mejora de la calidad del aire de nuestro entorno, impulso de la economía circular, contribución al almacenamiento de energía, garantía de la seguridad de suministro, desarrollo de zonas rurales, y, todo ello, generando empleo de calidad con importantes aportaciones al crecimiento económico e industrialización de nuestro país y, con ello, al progreso y el bienestar de la sociedad española en su conjunto.



ANEXOS

ANEXO 01

MAGNITUDES DE NUESTRO SECTOR EN ESPAÑA



**CONTRIBUCIÓN
ECONÓMICA** **2,1%**
DEL VALOR AÑADIDO BRUTO
DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

**EMPLEO TOTAL
GENERADO**
MÁS DE **200.000**



EXPORTACIONES

12.672 M€

CIFRA DE NEGOCIOS

40.072 M€

RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS

18.600 M€

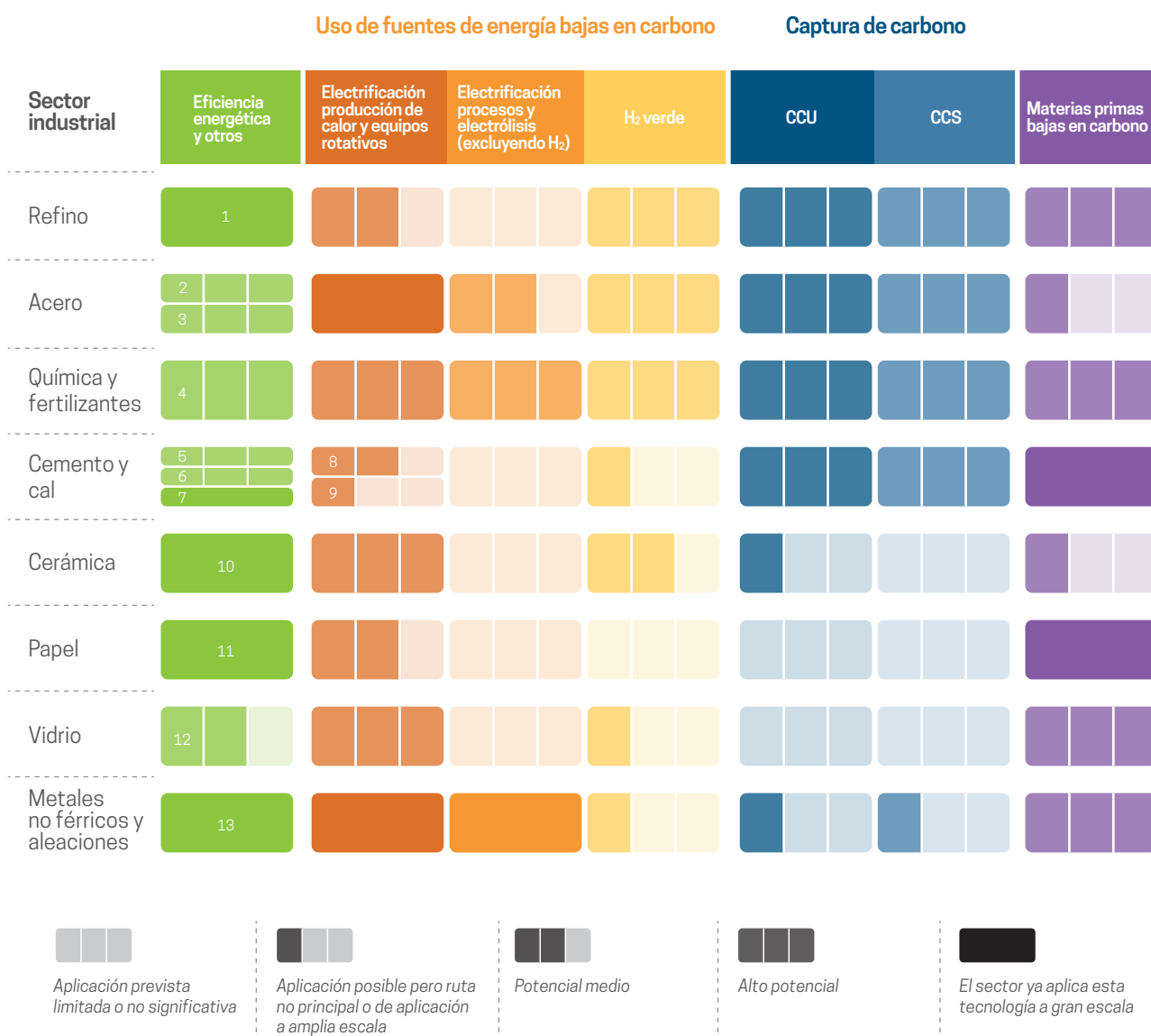


IEH
11.210M€

IVA
7.390M€

ANEXO 02

TRANSVERSALIDAD DE LAS RUTAS TECNOLÓGICAS



1. Eficiencia energética / 2. Reducir pasos intermedios y reciclado de gases de proceso / 3. Reciclado de acero de alta calidad / 4. Reciclado químico / 5. Aglutinantes alternativos (cementos) / 6. Mejora del diseño de la mezcla del hormigón / 7. Uso de corrientes residuales (cemento) / 8. Cemento / 9. Cal / 10 - 11. Eficiencia energética / 12. Mayor reciclado de vidrio / 13. Eficiencia energética.

Fuente: "Industrial Value Chain. A Bridge Towards a Carbon Neutral Europe", Europe's Energy Intensive Industries Contribution to the EU Strategy for long-term EU greenhouse gas emissions reductions Institute for European Studies (Septiembre 2018).

ANEXO 03 / RUTAS TECNOLÓGICAS

Tabla 1: Posibles rutas tecnológicas

Rutas tecnológicas ¹¹	Descripción	Aplicación industrial prevista
01 EFICIENCIA ENERGÉTICA	Eficiencia en los procesos de refino: - Mejora continua mediante la implementación de una combinación de medidas operativas y proyectos incluyendo inversiones moderadas (ej. mitigación de ensuciamiento en equipos de proceso, mejoras de catalizadores, mejoras de hardware como nuevos motores, intercambiadores de calor, etc.). - Grandes inversiones: incrementos importantes de la eficiencia mediante cambios en la configuración técnica de la refinería. - Integración de calor entre unidades. Sistemas de Gestión de la Energía combinando el control y medición de la energía con la planificación estratégica, la organización y la cultura de la compañía. Incremento de la recuperación del calor residual de la refinería para exportación del mismo y producción de electricidad. Un ejemplo concreto de esta ruta sería el denominado "district heating" donde el calor residual se aprovecha para proporcionar energía térmica a poblaciones cercanas.	Implementación progresiva HASTA 2040 2040 Implementación progresiva HASTA 2040 2025-2030
02 USO DE FUENTES DE ENERGÍA BAJAS EN CARBONO	Mejora de la recuperación de H₂ y GLP de la red de fuel gas de las refinerías. Electrificación, incremento del uso de electricidad renovable importada. - Sustitución de equipos que consumen energía térmica por otros homólogos que consuman electricidad. - Sustitución de hornos de combustión por calentadores eléctricos. - Producción de H₂ verde.	Implementación progresiva HASTA 2050 a medida que aumenta la penetración de energías renovables en la red eléctrica
03 CAPTURA, ALMACENAMIENTO Y/O UTILIZACIÓN DE CO ₂ (CCS/CCU)	Captura de una parte del CO₂ emitido por las refinerías para su posterior almacenamiento o utilización. Se explora en particular el potencial de la integración de la tecnología de captura y secuestro de CO₂. Esta ruta tecnológica también puede aplicarse en el sector del transporte mediante la captura a bordo del CO₂ emitido por los vehículos.	2030-2050
04 MATERIAS PRIMAS BAJAS EN CARBONO	Integración progresiva de materias primas de origen biológico, de residuos, de la tecnología "e-fuels" y de componentes de origen no biológico a las mezclas que se realizan en la refinería para la producción de combustibles y productos bajos en carbono. Potencialmente se podrían alcanzar emisiones negativas si se combina esta vía con la tecnología CCS. El mayor beneficio de esta ruta está asociado al uso final de estos productos y combustibles contribuyendo a reducir significativamente su intensidad de emisiones en el ciclo "Well to Wheel". Las biorrefinerías (algunas ya en funcionamiento en Europa) se pueden clasificar como pertenecientes a esta categoría de rutas tecnológicas.	Implementación progresiva HASTA 2040

⁽¹¹⁾ "CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)", CONCAWE
<https://www.concawe.eu/publication/co2-reduction-technologies-opportunities-within-the-eu-refining-system-2030-2050-qualitative-quantitative-assessment-for-the-production-of-conventional-fossil-fuels-scope-1-2/>



01 HIDRÓGENO (H₂) VERDE

A / Descripción

Aproximadamente el 20% de las emisiones de CO₂ en los procesos de refino están asociadas a la generación de hidrógeno, componente imprescindible para mejorar la calidad técnica y medioambiental de nuestros productos.

La producción de hidrógeno verde es una tecnología con un importante potencial a largo plazo. Existen ya tecnologías disponibles, como la electrólisis alcalina, que, con su desarrollo e implantación, irán mejorando en eficiencia y competitividad. De entre las opciones tecnológicas posibles, la de electrólisis con electricidad renovable es la que hoy por hoy se va imponiendo, lo que no quiere decir que en el futuro puedan existir otras vías para producir hidrógeno verde que serían incluso más eficientes.

El proceso de electrólisis consiste en la ruptura de la molécula de agua en H₂ y O₂ mediante la aplicación de una corriente eléctrica.

Esta ruta proporciona un doble beneficio ya que por una parte reduce las emisiones asociadas a la producción de H₂ y, por otra, permite el almacenamiento de la energía eléctrica renovable en forma de H₂ frente a desajustes entre producción renovable y la demanda eléctrica. Adicionalmente, esta tecnología también tiene el potencial de desarrollar otras vías de producción de ecocombustibles como son los combustibles sintéticos ("e-fuels") y el H₂ para su empleo como combustible en soluciones de movilidad. Además, se produce oxígeno puro que puede ser empleado en el propio complejo industrial o en otra industria.

B / Potencial de reducción de emisiones de CO₂

El potencial de reducción de emisiones de CO₂ asociado a la producción de H₂ mediante energía eléctrica varía en función del tipo de esta energía que se emplee en el proceso. La producción de H₂ mediante electrólisis presentaría un balance neto más favorable desde el punto de vista de emisiones de CO₂ cuando la red eléctrica alcanzara altos grados de descarbonización.

En 2030 el potencial de reducción de emisiones de CO₂ es de hasta el 72% de las emisiones actuales asociadas a la producción de H₂. En 2050 hasta el 100% de la producción de H₂ se puede considerar que sería neutra en emisiones de CO₂ equivalente.

C / Estimación de costes

Las estimaciones de costes que aparecen en la literatura cubren un amplio rango tanto en costes de inversión como de operación. La mayoría de las fuentes asumen que los costes de inversión descenderán significativamente en el periodo 2030-2050 debido principalmente a la mejora de la eficiencia del proceso y a la posible aparición de nuevas tecnologías disruptivas. En la siguiente tabla se recogen los costes y eficiencia de los electrolizadores considerados por Concawe en su estudio sobre este proceso.

Tabla 2: Eficiencia y coste de los electrolizadores

	2030	2050
Eficiencia %	70%	75%
Factor de utilización	85%	85%
Capex inicial, \$/kW-H ₂	1.000	650
Opex fijo, % del Capex	5%	5%

Fuente: "CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)". CONCAWE.

El coste de la producción de hidrógeno a través de la electrólisis depende, en su mayoría, del precio de la electricidad.



02

CAPTURA, ALMACENAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE CO₂ (CCS/CCU)

A / Descripción

La implementación de la captura (y almacenamiento o utilización) de CO₂ es uno de los puntos clave para la reducción de las emisiones de CO₂ del sector del refino en Europa. También es necesario para reducir emisiones en otros sectores industriales como el acero, cemento, aluminio y sector químico donde, actualmente, no existen otras alternativas para su descarbonización. El CO₂ capturado puede utilizarse como materia prima en un amplio abanico de aplicaciones, que van desde la formulación de polímeros a la obtención de ecocombustibles, su uso como material de construcción o la fabricación del cemento.

La captura del CO₂ se puede realizar mediante diferentes tecnologías. Actualmente, los sistemas de absorción con aminas son considerados como la tecnología preferente para su uso en las refinerías ya que se podrían adaptar las unidades de aminas ya existentes.

B / Potencial de reducción de emisiones de CO₂

La implementación satisfactoria de la captura del CO₂ es crucial para la reducción de las emisiones de las refinerías europeas. Debido a la concentración de CO₂ en las diferentes corrientes de la refinería, y teniendo en cuenta las actuales tecnologías disponibles, el porcentaje máximo de captura de CO₂ para una refinería se considera del 70% del producido en la instalación¹². Con esta limitación, el estudio de Concawe establece que una implementación efectiva de la tecnología CCS en el sector del refino en el ámbito europeo podría incrementar de un 40% a un 52% la reducción de emisiones en 2050 frente a un escenario donde esta tecnología no se aplicará.

⁽¹²⁾ "CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)", CONCAWE
<https://www.concawe.eu/publication/co2-reduction-technologies-opportunities-within-the-eu-refining-system-2030-2050-qualitative-quantitative-assessment-for-the-production-of-conventional-fossil-fuels-scope-1-2/>



C / Estimación de costes

Hay varios estudios que han revisado los costes asociados a la captura de CO₂ en las refinerías. Por un lado, un estudio realizado por Concawe¹³, ha determinado que los costes de captura oscilarían entre 80-180€/tCO₂ capturada según la fuente, la escala y la tecnología.

Por otro lado, un estudio reciente realizado por SINTEF¹⁴, consultora de investigación, sobre el coste de la adaptación de la captura de CO₂ a los procesos de refinería, muestra que el coste de captura y el grado de descarbonización dependen de la tecnología original y la opción de integración. **Las estimaciones de este estudio varían entre 38 y 60 €/tCO₂ capturada, con una eficiencia de captura que varía del 55% al 90% y un coste de capital entre 40 y 120 millones de euros (M€) para el CO₂ proveniente de una unidad de reformado de metano con vapor de agua (SMR) de 100.000 Nm³/h (220 t/día).**

Es probable que los costes y el consumo de energía sean menores para la captura de las emisiones de plantas de hidrógeno. Cuando se aplica CCS/CCU a fuentes de CO₂ concentrado, se logra un coste de reducción moderado. Esto es, en gran parte, debido al alto consumo de energía extra del proceso tal y como se prevé hoy. Un mayor desarrollo de esta tecnología podría reducir los costes de la implementación de CCS/CCU y, por lo tanto, aumentar la penetración de la misma.

A continuación, se muestra una tabla con los parámetros clave de captura del CO₂:

Tabla 3: Parámetros de captura de CO₂

	Origen: Planta de hidrógeno	General
Capex (€/t capacidad)	300	419
Capex Capital charge@15% ¹⁵ (€/t CO ₂ capturada)	45	63
Opex (€/t CO ₂ evitada)	12	30
Energía (GJ/t CO ₂ evitada)	1,1	8,1

Fuente: "CO₂ reduction technologies. Opportunities within the EU refining system (2030/2050)". CONCAWE

(¹³) Concawe, "The potential for application of CO₂ capture and storage in EU oil refineries"

(¹⁴) SINTEF, "Understanding the Cost of Retrofitting CO₂ capture in an integrated Oil Refinery"

(¹⁵) Capex Capital charge@15% se refiere al CAPEX anualizado, suponiendo un coste de capital del 15% dividido por el ahorro anual de CO₂ (t CO₂ / a). El coste de capital (CC) se define como el ingreso anual (neto de opex y se expresa como % de capex) antes de impuestos necesarios para lograr una determinada Tasa Interna de Rendimiento (TIR). Téngase en cuenta que la relación entre CC y TIR depende de una serie de factores que incluyen la vida útil del proyecto, la inflación, la tasa de impuestos, etc. En Europa occidental, suponemos que el 15% CC corresponde aproximadamente al 8% TIR.



03

MATERIAS PRIMAS BAJAS EN CARBONO PARA LA PRODUCCIÓN DE ECOCOMBUSTIBLES

Esta ruta tecnológica comprende diversas opciones de integración progresiva de materias primas bajas en carbono en el sistema de refino para la producción de ecocombustibles. A diferencia de las otras rutas descritas con anterioridad que buscan reducir las emisiones directas de CO₂ de nuestra industria, **esta ruta se centra en la reducción de la intensidad de carbono de los productos obtenidos en la refinería**. A continuación, se describen brevemente tres de estas rutas y se proporcionan estimaciones de la reducción de la intensidad de carbono y de los costes asociados.

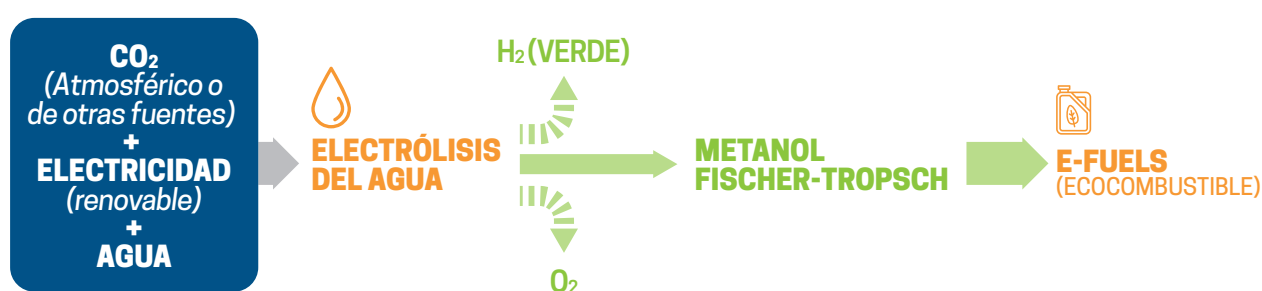
A / Descripción

Combustibles sintéticos (“e-fuels”)

Estos combustibles se producen a partir del CO₂ capturado y el H₂ verde por lo que tienen sinergias claras con las dos rutas a las que nos hemos referido con anterioridad.

En una primera etapa el CO₂ y el H₂ se hacen reaccionar para formar el denominado gas de síntesis que en una segunda etapa se puede convertir en hidrocarburos mediante el proceso Fischer-Tropsch (FT). La integración de la producción de estos combustibles se puede concebir en diferentes vías: desde el procesamiento del producto obtenido en la reacción de FT en las unidades actualmente existentes para producir gasolina, diésel y queroseno, hasta el uso de las propias emisiones de CO₂ de la refinería como alimentación al proceso de FT.

Figura 1: Ruta para la obtención de los combustibles sintéticos



Fuente: SUNFIRE

Biocombustibles avanzados

Se entiende por biocombustibles avanzados aquellos producidos a partir de materias primas de origen biológico que, en su mayor parte, son residuos¹⁶. Existen numerosas tecnologías para convertir estas materias primas en biocombustibles que pueden integrarse en el esquema de las refinerías, sea directamente mediante el co-procesado en las unidades de proceso existentes, como mediante el tratamiento en unidades dedicadas.

⁽¹⁶⁾ Los “biocombustibles avanzados” están definidos en la nueva Directiva de fomento de energías renovables (Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018), como aquellos producidos a partir de las materias primas indicadas en la parte A del Anexo IX de la misma Directiva.

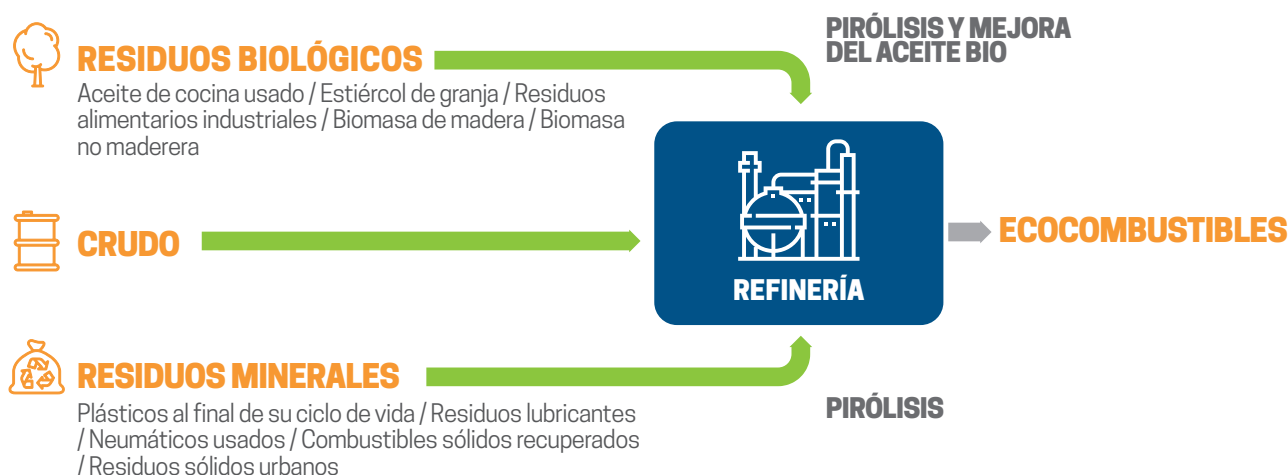
A continuación, se resumen algunas de las múltiples rutas de producción de estos biocombustibles avanzados en función de la naturaleza de la materia prima:

- **Lípidos:** estas materias primas que pueden tener diverso origen (ej. ácidos grasos libres procedentes de la industria agroalimentaria, residuos de fondos de tanques de almacenamiento de aceites vegetales, residuos de la destilación y el refinado de aceites vegetales, aceites provenientes de algas, etc.) se pueden procesar en unidades de hidrotratamiento o de craqueo catalítico (FCC) en la refinería para producir combustibles listos para su uso en los motores de los vehículos actuales. El hidrotratamiento de materias primas lipídicas (aceites vegetales) ya se está llevando a cabo actualmente en las refinerías españolas mediante el co-procesado en unidades existentes.
- **Biomasa lignocelulósica:** se puede transformar en biocombustibles líquidos principalmente mediante dos rutas:
 - La gasificación y posterior síntesis de Fischer-Tropsch + hidrocrqueo.
 - Pirólisis + hidrotratamiento/hidrocrqueo.

Otros combustibles bajos en carbono

Otras materias primas provenientes de residuos de origen no biológico (ej. residuos urbanos o plásticos) también son susceptibles de ser convertidas en ecocombustibles mediante las vías descritas anteriormente (ej. pirólisis).

Figura 2: Integración de distintos residuos en los procesos de las refinerías



B / Reducción de la intensidad de carbono de los productos

Tal y como se indica anteriormente, el objetivo del empleo de materias primas bajas en carbono en la fabricación de nuestros productos tiene como objetivo la reducción de su intensidad de carbono final.

La intensidad de carbono de los combustibles viene determinada, principalmente, por su contenido en carbono de origen mineral y las emisiones asociadas a su producción.

Según los estudios realizados por Concawe¹⁷, en los que se basa el documento “Clean Fuels for All”[1], con distintas rutas tecnológicas para la producción de ecocombustibles, tenemos el potencial de que, en 2050, como muy tarde, cada litro de combustible líquido para transporte podría tener cero emisiones netas, es decir, ser climáticamente neutro, posibilitando así la descarbonización del transporte aéreo, marítimo y por carretera.

C / Estimación de costes

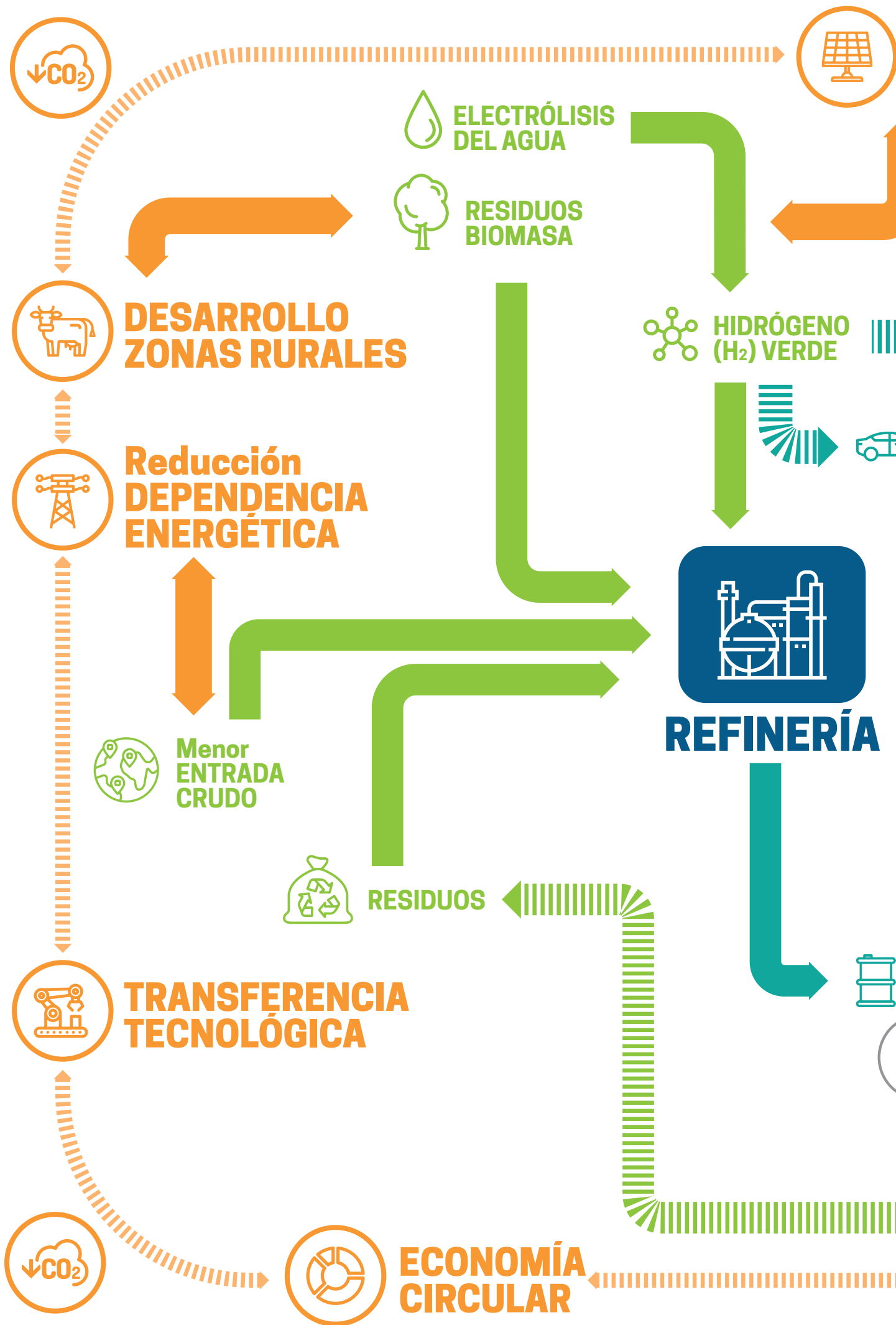
Esta estimación de costes está basada en los datos recogidos en el informe de Concawe mencionado anteriormente¹⁸. Se trata de una estimación preliminar de los costes de inversión requeridos para el despliegue de las diferentes rutas de incorporación de materias primas bajas en carbono en una refinería virtual con capacidad de 160.000 barriles/día.

El coste de inversión estimado se encuentra entre los 1.000 M€ (casos de co-procesado e hidrotratamiento dedicado de lípidos) y los 10.000 M€ (casos de biomasa o ruta Fisher-Tropsch) en los casos contemplados en el escenario de baja penetración y entre 6.000 - 15.000 M€ en los casos de máxima penetración donde se combinan las diferentes tecnologías: co-procesado de lípidos, Fisher-Tropsch, CCU + Fisher-Tropsch, etc.



(¹⁷) (¹⁸) https://www.aop.es/wp-content/uploads/2021/02/2021_def_es_offa_narrative_digital.pdf

ESTRATEGIA PARA LA EVOLUCIÓN HACIA LOS ECOCOMBUSTIBLES



ALMACENAMIENTO ENERGÍA

$H_2 \text{ verde} + CO_2 =$  **E-FUEL**
(ECOCOMBUSTIBLE)

 **PILA DE
COMBUSTIBLE**

 **CAPTURA Y
ALMACENAMIENTO/
USO CO_2**

 **MATERIAS PRIMAS
QUÍMICAS BAJAS
EN CARBONO**

ECOCOMBUSTIBLES

ESTRATEGIA PARA LA EVOLUCIÓN HACIA LOS ECOCOMBUSTIBLES

PROPUESTA TECNOLÓGICA DEL
SECTOR DEL REFINO ESPAÑOL
PARA PARTICIPAR EN LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA

 **I+D+i**

 **EMPLEO
DE CALIDAD**

AOP



C/ Sor Ángela de la Cruz, 2-11º 28020 Madrid - España
91 572 10 05 / aop@aop.es
www.aop.es