

ENERGÍA SOSTENIBLE

Hidrógeno en la Industria



FINANCIA



GENERALITAT
VALENCIANA

iVACE
INSTITUT VALENCIÀ DE
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

ELABORA

Cámara
Alicante

ÍNDICE

Guía elaborada en el marco de la **Resolución del Presidente del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE)** de concesión directa de subvención al Consejo de Cámaras Oficiales de Comercio, Industria, Servicios y Navegación de la Comunitat Valenciana, para la realización de acciones de impulso de la competitividad de las empresas de la Comunitat Valenciana a través del fomento de la innovación en materia de sostenibilidad y la reactivación de la economía basada en la sostenibilidad y la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.

Año 2023

1. Introducción
2. Objetivo de la Guía
3. Descripción del proceso del hidrógeno
4. Solicitud de un proyecto de Hidrógeno
5. Contenido de un plan
6. Almacenamiento y Transporte
7. Líneas de acción
8. Mecanismos de financiamiento
9. Oportunidades de su implementación



1. INTRODUCCIÓN

El hidrógeno, siendo el elemento más simple, liviano y abundante en el universo, existe en la Tierra en forma de molécula diatómica (H_2) y generalmente se encuentra enlazado a otros átomos formando compuestos como el agua o los hidrocarburos.

El H_2V se obtiene a través del proceso de electrólisis del agua, el cual implica la separación de la molécula de agua mediante el uso de energías renovables como fuente de energía. Este proceso genera hidrógeno gaseoso (H_2) y su único subproducto es oxígeno gaseoso (O_2). De esta manera, su producción no emite dióxido de carbono (CO_2) directamente, evitando así la generación de gases de efecto invernadero (GEI). Este combustible se presenta como un elemento crucial en la transición hacia la descarbonización global y la consecución de los objetivos establecidos para el año 2050 en la lucha contra el cambio climático.

La implementación del hidrógeno ha emergido como un punto central en la búsqueda de soluciones sostenibles para abordar la transición energética global. Este tipo de hidrógeno, obtenido mediante procesos de producción sin emisiones contaminantes, se ha posicionado como una alternativa clave en la lucha contra el cambio climático y la descarbonización del planeta.

En la actualidad, la creciente conciencia sobre la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ha impulsado un interés significativo en el desarrollo y la implementación de tecnologías relacionadas con el hidrógeno verde. A medida que los esfuerzos se intensifican, diversos sectores industriales y gobiernos exploran activamente su integración en sistemas energéticos, marcando un paso crucial hacia un futuro más sostenible.



2. OBJETIVO DE LA GUÍA

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta guía es proporcionar orientación a organizaciones y empresas que tengan interés en llevar a cabo proyectos de hidrógeno.

Estos proyectos están relacionados con la producción, acondicionamiento, transporte, distribución, almacenamiento y/o utilización de Hidrógeno (H_2) en las actividades y operaciones de la industria. Además, se busca normalizar los criterios de evaluación aplicables a todos los proyectos que compartan similitudes en estas características.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

El documento tiene dos objetivos principales:

- Establecer criterios de seguridad para tecnologías de hidrógeno.
- Facilitar la presentación de solicitudes de aprobación por parte de los proponentes.



3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL HIDRÓGENO

La cadena de valor del hidrógeno se divide en cinco etapas distintas:



Figura 1. Cadena de valor del Hidrógeno

1. **Producción**

Comprende los procedimientos, instalaciones y equipos necesarios para generar hidrógeno y transferirlo a la siguiente fase del proceso.

2. **Acondicionamiento**

En esta etapa, el hidrógeno experimenta cambios físicos o químicos esenciales para su almacenamiento, transporte o consumo. Se considera una fase intermedia en el proceso global.

3. **Almacenamiento:**

En este punto, el hidrógeno se guarda en cualquier estado y por cualquier periodo según el proyecto. Incluye los procedimientos, instalaciones y equipos necesarios para recibir y almacenar cantidades determinadas.

4. **Transporte y Distribución**

Implica los procedimientos, instalaciones y equipos para llevar el hidrógeno desde su lugar de producción/acondicionamiento/almacenamiento hasta el inicio de la siguiente etapa en la cadena de valor donde se requiera. Excluye el dispensado de hidrógeno.

5. **Uso final o Consumo**

Es la etapa final de la cadena y abarca los procedimientos, instalaciones y equipos para convertir el hidrógeno en formas de energía térmica, mecánica o eléctrica, o en productos derivados para uso energético. Incluye el dispensado público o privado y se inicia con el transporte de hidrógeno desde el sistema de dispensado hasta su transformación química y utilización.

4. SOLICITUD DE UN PROYECTO DE HIDRÓGENO

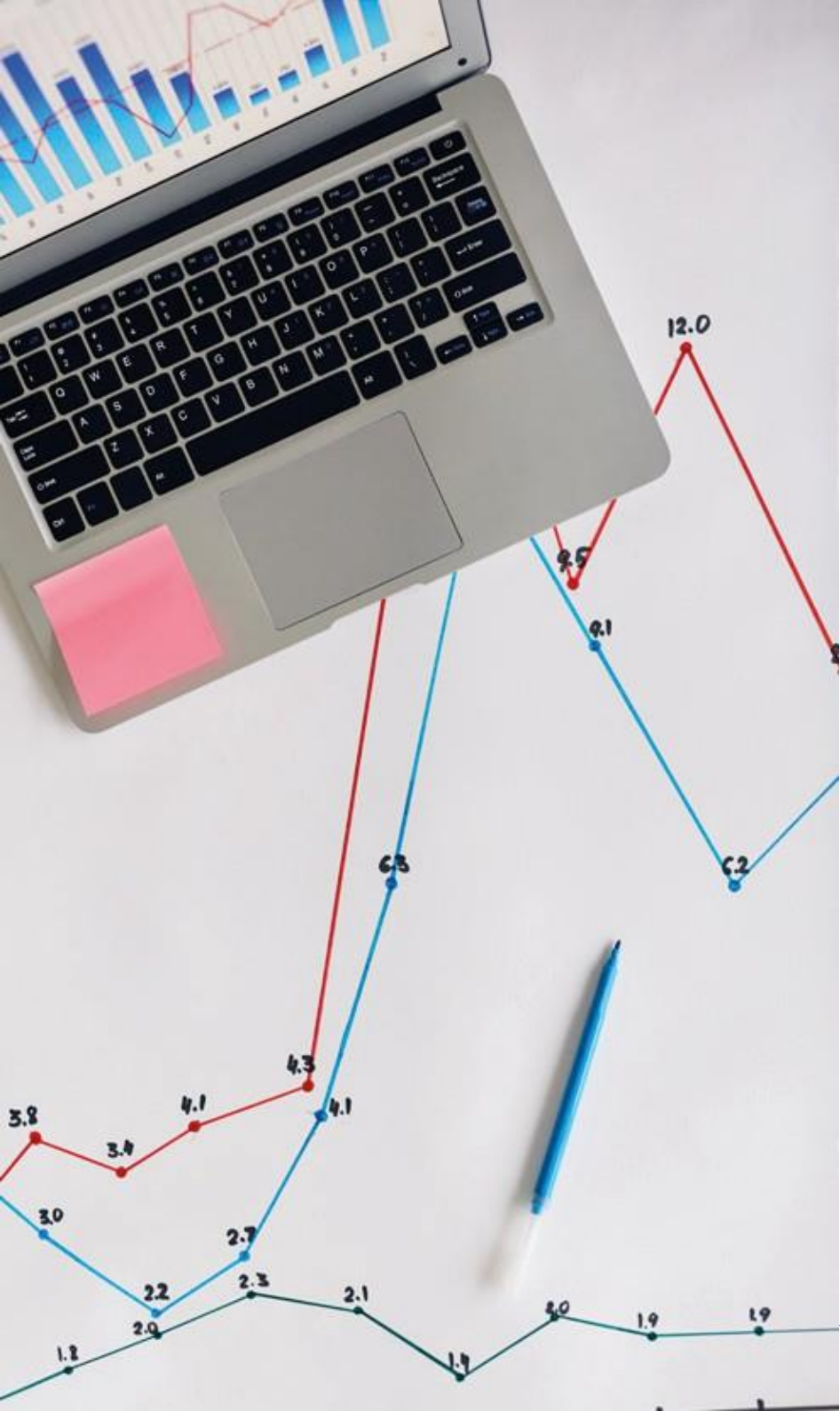
La solicitud de autorización para un proyecto debe incluir la presentación de documentos que contengan información específica sobre:



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

DOCUMENTOS	DESCRIPCIÓN
CARTA DE PRESENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> · Identificación del interesado (persona natural o jurídica): Señalar nombre o razón social, RUT, domicilio, correo electrónico y número telefónico. · Identificar a la persona responsable para la tramitación del proyecto · Nombre del proyecto · Ubicación · Breve descripción del proyecto · Objetivo principal del proyecto · Indicar tipo de proyecto del hidrógeno: Investigación, Industrial/Comercial etc. · Uso final del hidrógeno: inyección a redes de gas, vehículos y equipos, generación de energía eléctrica y/o calórica etc. · Indicar tipo de hidrógeno: que producirá o consumirá la instalación: verde, azul o gris.
ANTECEDENTES LEGALES	<ul style="list-style-type: none"> · Copia legalizada del interesado si se trata de una persona natural. · Copia legalizada de la constitución legal de la sociedad. · Copia legalizada del Rut de la sociedad · Certificado de vigencia de la sociedad · Copia legalizada de la persona jurídica del representante legal.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	<p>Será necesario presentar los elementos fundamentales de las instalaciones y equipos que influyan directamente en el propósito operativo del proyecto. Esto abarca las actividades relacionadas con la producción, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, distribución, dispensación o consumo del hidrógeno que se planean llevar a cabo.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Ubicación del proyecto: región, localidad, altura o condición geográfica del emplazamiento etc. · Diagrama descriptivo del proceso del proyecto: Representación de las principales etapas del proceso, equipos principales, válvulas, datos operativos, entradas y salidas etc. · Documentos referentes al proyecto: Desarrolladas durante la etapa de ingeniería · Referencias a otros proyectos de hidrógeno: Se puede incluir a modo de recoger experiencias en el desarrollo de otros proyectos de hidrógeno.
NORMATICA APLICABLE	<p>Con la intención de garantizar la seguridad del proyecto se deben especificar las normas en las que se basa el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de las instalaciones.</p>
DISEÑO DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> · Requerimiento · Base de diseño: Datos técnicos que permiten explicar el proceso o las subetapas necesarias para que el proceso opere con eficacia. · Componentes y equipos principales utilizados · Planos y memorias de cálculo: plano de planta, con distancias mínimas de seguridad, obras civiles y fundaciones, instalaciones eléctricas, diagrama de flujo de procesos, memoria de cálculo de equipos presentes y de la verificación sísmica de la construcción.

DOCUMENTOS	DESCRIPCIÓN
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES	<ul style="list-style-type: none"> · Estudio de evaluación de riesgo del sistema: Elección de la metodología de evaluación de riesgos que considere apropiada y elaboración de matriz de riesgos que contemple las amenazas. · Matriz con medidas de mitigación de riesgos: Descripción de los riesgos, sistemas de seguridad y procedimientos de emergencia. · Clasificación de zonas de riesgo: Planos de las zonas afectadas considerando las medidas de mitigación. · Descripción de los sistemas de seguridad de la instalación. · Estudio de cálculo de áreas clasificadas
CALIDAD	<p>Certificación y acreditación de seguridad de equipos y componentes del sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> · El líder del proyecto debe adjuntar información que garantice la conformidad de los componentes clave, relacionados directamente con la cadena de valor del proyecto de hidrógeno y esenciales para su funcionamiento. · Presentación de certificados emitidos por los fabricantes en el caso de componentes producidos por terceros. En situaciones donde los componentes son fabricados internamente, se deben incluir los certificados propios correspondientes. · Si al solicitar la autorización no se cuenta con toda la documentación requerida, se debe informar. Estos documentos pueden ser solicitados durante la inscripción de la instalación o a través de la auditoría de un organismo para verificar el cumplimiento y la compatibilidad de los materiales y equipos utilizados.



5. CONTENIDO DE UN PLAN

TECNOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

Composición y equipamiento del sistema de hidrógeno

- Descripción de la tecnología. Detallar la estrategia de funcionamiento y la filosofía de operación.
- Incluir diagramas generales y específicos, abordando procesos como equipos móviles, estacionamiento y mantenimiento.

Instalación en el área de operación y Diagramas de flujo y sistemas de seguridad

- Describir instalaciones con sistemas y subsistemas para el consumo de H₂ en equipos móviles y mantenimiento.
- Garantizar coherencia entre la información y el plano del proceso.
- Explicar la redundancia del sistema

Nivel de integridad de seguridad

- Detallar respaldos del sistema y niveles de seguridad.
- Abordar la interoperabilidad entre proveedores y la interacción de sistemas.

Cumplimiento de estándares

- Señalar normativas técnicas y estándares de seguridad nacionales/internacionales.
- Explicar la elección de estándares y cómo se cumplirán.
- Incluir información técnica de proyectos similares para respaldar la experiencia.

Limitaciones del sistema

- Identificar y detallar limitaciones especificadas por el proveedor de equipos.

PLAN DE SEGURIDAD Y CONTROL DE EQUIPOS

Estrategia de gestión de riesgos

- Elementos a considerar:
 - Matriz completa de riesgos.
 - Análisis de capas de protección y seguridad.
 - Análisis de seguridad funcional.
 - Gestión del cambio.
 - Procedimientos para identificación y notificación de peligros para empleados.
 - Inspecciones del lugar de trabajo.
 - Monitoreo ambiental.
 - Investigaciones de incidentes.
 - Alertas de seguridad del regulador.
 - Inclusión de una declaración de compromiso de la empresa con la seguridad.
 - Establecimiento de un proceso claro para la identificación, gestión y evaluación de riesgos.

Capas de protección

- Presentar análisis de capas de protección (LOP) para riesgos principales:
 - Describir capas de protección para prevenir impactos.

- Incluir herramientas de diseño de proceso y control, instrumentos de seguridad y alarmas, entre otros.

Cálculo del Criterio de Clasificación de Peligro (CCP)

- Describir la metodología utilizada para la estimación del nivel de peligro.
- Presentar el desarrollo de las memorias de cálculo utilizadas.

Matriz de riesgos convencional

- Describir de manera precisa cada operación unitaria y el plan de control de intolerables.

Competencias del equipo de implementación

- Respaldo las competencias de todo el personal asignado:
 - Gerencial, supervisores, operadores, controladores, etc.
 - Demostrar formación, experiencia, habilidades y conocimiento del equipo de trabajo.

Entrenamiento y supervisión

- Presentar programa para involucrar, capacitar y supervisar al personal afectado por la implementación de la tecnología.

COMISIONAMIENTO, MANTENIMIENTO E INSPECCIONES

Proceso de Comisionamiento

- Proporcionar detalles y descripciones de los equipos manuales, destacando sus niveles de autonomía y funcionalidades. tecnología.

- *Mantenimiento de los equipos que utilizan hidrógeno, de los equipos auxiliares y del sistema de control*

Definir y explicar las tareas asignadas a los equipos con el objetivo de prevenir fallas y accidentes, asegurando la seguridad de las personas sin comprometerla.





6. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

ALMACENAMIENTO

El hidrógeno (H₂) puede ser almacenado y transportado a través de diversas vías. Por ejemplo, puede ser manejado en estado gaseoso mediante infraestructuras especializadas, comprimido en camiones cisterna o trenes, o transportado en estado líquido por carretera o en barcos similares a los metaneros utilizados para el transporte de gas natural licuado (GNL)¹⁰.

Además, existe la posibilidad de inyectar hidrógeno en las redes de gas natural, donde puede ser consumido como una mezcla o separado en el destino para su uso específico. También se puede transportar utilizando “carriers” o portadores, como el amoníaco, que presenta la ventaja de no contener carbono en comparación con otros líquidos orgánicos, y cuenta con una infraestructura propia ya desarrollada.

Para determinar la opción más adecuada en cuanto a su transporte y almacenamiento, es esencial considerar diversos factores. Estos incluyen el caudal producido y el caudal de consumo en cada punto medido en Nm³/h, la distancia desde la planta de producción hasta el punto o puntos de consumo, la complementariedad de los usos finales, la idoneidad para el acondicionado final y el uso en diferentes tipos de consumos.

En función de estos factores, las alternativas para el hidrógeno obtenido son:

- **LOHC**

Portadores de hidrógeno como amoníaco o líquidos orgánicos.

- **Hidrógeno en estado gaseoso**

- **Hidrógeno licuado**

Similar al gas natural licuado y se puede almacenar en estado líquido.

- **Hidrógeno combinado**

Utilizado para obtener combustible

La selección de la alternativa óptima para el almacenamiento y transporte del hidrógeno producido está condicionada por el nivel de desarrollo de las diferentes formas del hidrógeno mencionadas anteriormente, la aplicación específica a la que se destina el hidrógeno, el tiempo transcurrido desde su producción hasta su consumo, y la ubicación del punto de consumo.

En ocasiones cuando los volúmenes de hidrógeno son tan elevados, su almacenamiento resulta imposible durante un periodo prolongado. Por tanto, se hace uso de otro tipo de métodos

como los almacenamientos naturales como cavernas salinas, acuíferos, depósitos de petróleo agotados etc.

TRANSPORTE

En lo que respecta al transporte, resulta crucial evaluar la idoneidad de llevar el hidrógeno renovable en forma gaseosa, líquida o mediante portadores líquidos.

Por ende, para determinar el medio de transporte más aconsejable, es esencial considerar la distancia que el hidrógeno debe cubrir para llegar a su destino y el volumen que se planea transportar.

En líneas generales, los gastos asociados al transporte y almacenamiento pueden representar una fracción significativa de los costos de energía, influyendo así en la competitividad del hidrógeno en comparación con otras fuentes de energía.





7. LÍNEAS DE ACCIÓN

INSTRUMENTOS REGULATORIOS

- ***Simplificación administrativa y eliminación de barreras regulatorias para la producción de hidrógeno***

En la actualidad, la producción de hidrógeno se considera una actividad industrial, clasificada como industria química para la producción de gas inorgánico.

Esto implica que la construcción de infraestructuras únicamente se puede llevar a cabo en terrenos calificados como industriales, sometiéndose estas actividades a evaluaciones ambientales rigurosas, sin importar la fuente utilizada para la producción de hidrógeno.

- ***Establecimiento de un sistema de Certificación de Origen (CdO)***

Para asegurar el uso de fuentes renovables en la producción de hidrógeno renovable, es esencial implementar un mecanismo de Certificación de Origen. Se

debe definir el procedimiento, los requisitos y el organismo encargado de emitir las Certificaciones de Origen para el hidrógeno renovable, sin importar la ruta de almacenamiento, transporte o su aplicación final.

- ***Impulsar la Competitividad del Hidrógeno Renovable***

El costo de producción representa una barrera significativa para el avance de los proyectos en la cadena de valor del hidrógeno renovable. Identificar incentivos para impulsar proyectos es crucial para el desarrollo a escalas mayores y la gradual reducción de costos.

Actualmente, la falta de exenciones fiscales e incentivos económicos/medioambientales limita el impulso al desarrollo de proyectos de hidrógeno renovable.

INSTRUMENTOS SECTORIALES

· Monitorización Integral de la Producción y Consumo de Hidrógeno

Para asegurar un conocimiento detallado del sector del hidrógeno y rastrear su producción, logística y aplicaciones, es esencial establecer un sistema eficiente de recopilación de datos.

Este sistema facilitará el seguimiento del despliegue del hidrógeno renovable, evaluando la efectividad de las medidas implementadas y ampliando la comprensión de sus diversos usos.

INSTRUMENTOS TRANSVERSALES

· Capacitación, empleo y formación profesional

La transición energética presenta una considerable oportunidad para generar empleo sostenible a largo plazo y contribuir al desarrollo social. Para aprovechar este potencial, es fundamental contar con la formación y capacitación profesional adecuadas.

En base a esto, se podrán realizar acciones tales como:

- La inclusión de un plan de apoyos para la recualificación profesional e inserción laboral de trabajadores y población.
- Formación digital y verde aplicada a los sectores productivos.
- Aulas de emprendimiento que apoyaran a la industria así como contribuir a la creación de empresas en nuevas cadenas de valor.
- Impulso del empleo en el ámbito juvenil.

· Actualización Continua y Renovación

Dada la alta incertidumbre en torno a la evolución futura de la producción y consumo de hidrógeno renovable, así como de las tecnologías y costos asociados, es imprescindible que la Hoja de Ruta se conciba como un proceso en constante evolución. Este enfoque requiere una evaluación continua de las políticas públicas, asegurando la revisión de los logros y objetivos, y la implementación de nuevas acciones según la dinámica de las necesidades emergentes en la economía del hidrógeno renovable.





8. MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO

En lo que respecta al hidrógeno renovable, el respaldo público se vuelve crucial para incentivar y dirigir las inversiones, además de ofrecer directrices claras a los diversos participantes del mercado.

Estos instrumentos financieros están diseñados para promover iniciativas y proyectos con un fuerte enfoque en investigación y desarrollo (I+D), dirigidos a abordar los desafíos de áreas estratégicas y sectores productivos críticos de la economía.

Algunos de los principales instrumentos con potencial para financiar proyectos de hidrógeno renovable son:

· **Proyecto CIEN**

Se trata de un mecanismo de financiación que ofrece ayuda parcialmente reembolsable para proyectos de investigación industrial y desarrollo experimental. No hay restricciones en cuanto al

sector o tecnología. Deben ser colaborativos, con consorcios empresariales de 3 a 8 empresas, incluyendo al menos 2 autónomas y 1 PYME.

· **Misión Ciencia e Innovación**

Ofrece subvenciones para respaldar iniciativas estratégicas de I+D, lideradas por empresas y con participación de organismos de investigación.

· **Plan MOVES**

Programa de subvenciones para promover la movilidad sostenible y eficiente, liderado por el IDAE y gestionado por las comunidades autónomas. Su objetivo principal es descarbonizar el transporte mediante el fomento de energías alternativas y acciones que prioricen la eficiencia y sostenibilidad.



9. OPORTUNIDADES DE SU IMPLEMENTACIÓN

El avance del hidrógeno renovable en la industria conlleva una variedad de ventajas ambientales, empresariales, económicas y sociales. Estas se resumen de la siguiente manera:

· **Reducción de Emisiones**

Elimina las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero en sectores difíciles de descarbonizar, contribuyendo así a la consecución de una economía climáticamente neutra.

· **Desarrollo de Cadenas de Valor**

Facilita la creación de cadenas de valor en la economía del hidrógeno, consolidando la entidad como un referente tecnológico en este campo.

· **Integración de Energía Renovable**

Incrementa la integración de fuentes de energía renovable en el sistema eléctrico, promoviendo una matriz energética más sostenible.

· **Reducción de Dependencia Energética**

Disminuye la dependencia energética al transformar el sistema hacia uno libre de importaciones de productos fósiles de otros países.

· **Descarbonización en Territorios Aislados**

Facilita la descarbonización de sistemas energéticos en territorios aislados, especialmente en áreas insulares.

· **Estímulo a la I+D+i**

Potencia la Investigación, Desarrollo e Innovación como pilar fundamental para el crecimiento económico sostenible. La inversión en I+D+i puede fortalecer el liderazgo de empresas e industrias, ofreciendo soluciones para la gestión de todas las etapas de la cadena de valor del hidrógeno.

