

PTE HPC PTE HPC PTE HPC PTE HPC PTE HPC



PTE HPC



I+D+i en H<sub>2</sub>

PTE HPC PTE HPC PTE HPC PTE HPC PTE HPC

# ACCIONES PRIORITARIAS



Plataforma Tecnológica Española del  
Hidrógeno y de las Pilas de Combustible

Plataforma Tecnológica Española del  
Hidrógeno y de las Pilas de Combustible  
[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)

# I+D+i en H<sub>2</sub> Acciones Prioritarias

Impreso en España en 2012

Depósito legal

Diseño y maquetación: ARIEMA Energía y Medioambiente S.L.

Fotografías aportadas por los miembros de la PTE HPC



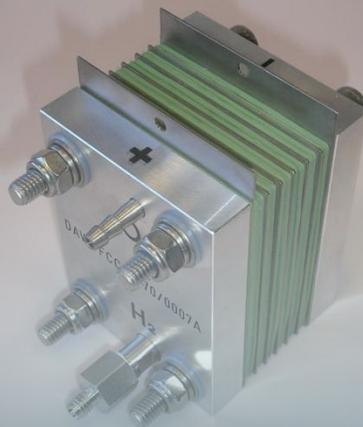
Asociación Española del Hidrógeno  
Secretaría Técnica de la PTE HPC



Proyecto con nº de referencia  
INF-2011-0086-120000

Laboratorio de Integración de EERR a Hidrógeno y Electroquímica. Fuente: CENER





Pilas de combustible tipo PEM. Fuente: HIDROGENA

## CONTENIDO

Este documento presenta las tablas DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) y las acciones de I+D+i prioritarias para cada Grupo de Estrategia de la PTE HPC, que son cuatro:

### Prólogo y guía de lectura →3

#### Producción de H<sub>2</sub> →5



Por energía convencional y nuclear →5

A partir de energías renovables por vía electrolisis →8

A partir de EERR por vía distinta a la electrolisis →11

#### Almacenamiento y distribución de H<sub>2</sub> →14



#### Transporte: vehículos e infraestructuras →18

#### Usos del H<sub>2</sub> →21

Aplicaciones estacionarias →21

Aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico →24



#### Anexo: Acciones con prioridad secundaria y terciaria → 28

El panorama energético global se llena de incertidumbres cuando el observador se distancia y lo analiza considerando el largo o incluso el medio plazo. El siglo XX consolidó la hegemonía de los combustibles fósiles y la cultura de la energía abundante y barata, pero adentrados como estamos en la segunda década del siglo XXI, es cada día más palpable que esa concepción del mundo no puede durar. La energía es un recurso valioso y debe ser gestionado en consecuencia.

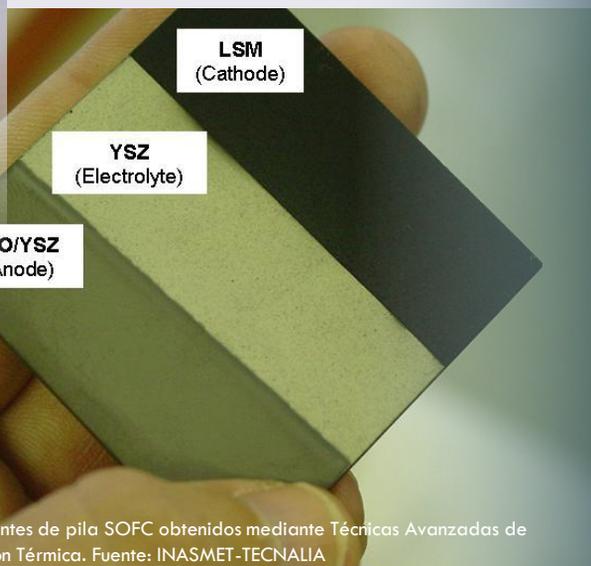
No todo son malas noticias, pues también en las últimas décadas el aprovechamiento de las energías renovables se ha convertido en un sector económico significativo y en el que España está bien posicionada. Sin embargo, a medida que su uso crece, su limitación principal resulta más evidente: muchas de las fuentes renovables son intermitentes y/o difícilmente predecibles, lo que genera importantes desajustes en las redes eléctricas de distribución. La alternativa más evidente para gestionar esa variabilidad pasaría por disponer de medios para el almacenamiento masivo de energía eléctrica, y eso es precisamente lo que ofrece la tecnología del hidrógeno.

La Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE HPC) inició su actividad en 2005 con el objetivo principal de potenciar y coordinar las labores tecnológicas de I+D+i del hidrógeno en nuestro país. A lo largo de los siete años de vida de la PTE HPC las tecnologías del hidrógeno han evolucionado considerablemente, y los análisis iniciales realizados por esta plataforma necesitaban una puesta a punto. Este trabajo es el que recoge el presente documento, que actualiza y da un nuevo enfoque a las principales líneas de trabajo. Se definen las acciones prioritarias y la metodología para abordarlas, teniendo en cuenta las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFOs) que presenta cada temática.

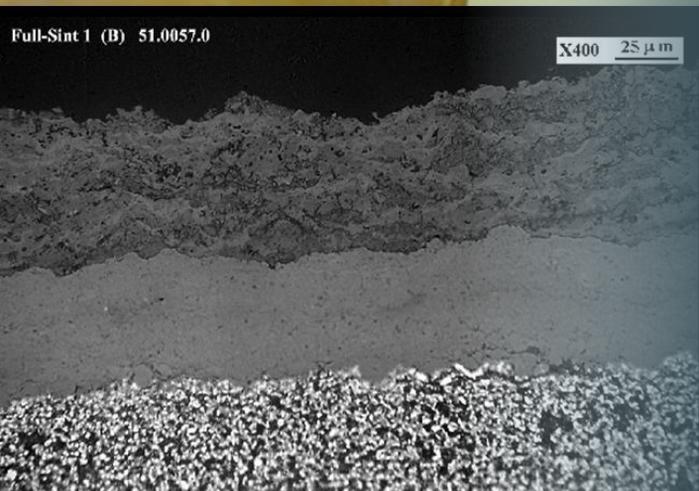
Muchas consideraciones que habían sido tenidas en cuenta inicialmente se han modificado o han evolucionado considerablemente, y otras continúan en el mismo estado en el que se situaban cuando esta Plataforma Tecnológica realizó los primeros estudios del sector. Solo a modo de ejemplos de la evolución experimentada en estos siete años cabe destacar:

- el gran aumento de la generación eólica nacional, que ha doblado la potencia instalada;
- la firme apuesta de los gigantes de la automoción por el coche de pila de combustible, con compromisos concretos de comercialización en torno a 2015;
- el rotundo éxito en EEUU de carretillas elevadoras eléctricas alimentadas con hidrógeno, y los movimientos comerciales para introducir las también en Europa;
- la creciente oferta de sistemas de cogeneración residencial con pila de combustible, en particular tras los desastres causados por el *tsunami* de 2011 en Japón.

En este documento se ha buscado resaltar las acciones con prioridad primaria, para centrar la actividad de I+D+i en aquellos retos cuyo desarrollo es más necesario. En el anexo al documento se recogen el resto de acciones definidas como prioritarias por los diferentes grupos de trabajo técnico.



Componentes de pila SOFC obtenidos mediante Técnicas Avanzadas de Proyección Térmica. Fuente: INASMET-TECNALIA



Plataforma Tecnológica Española del  
Hidrógeno y de las Pilas de Combustible.  
PTE HPC



Este documento muestra las **tablas DAFO** (que analizan las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) **y las acciones prioritarias en I+D+i** de cada grupo de trabajo de la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible.

Las acciones se describen clasificadas en:

Grado de prioridad de la acción:

- Primario (1)
- Secundario (2)
- Terciario (3)

El grado es aportado por los expertos de la PTE HPC. Con las votaciones obtenidas, se ha realizado la media aritmética.

En el cuerpo del documento se muestran solamente las acciones de prioridad primaria. Las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.



Tipo de acción con la que están relacionadas, según los criterios empleados en el MINECO (actual Ministerio de Economía y Competitividad).

LIA: Línea Instrumental de Actuación

- LIA de Recursos Humanos
- LIA de Proyectos de I+D+i
- LIA de Fortalecimiento Institucional
- LIA de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas
- LIA de Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica
- LIA de Articulación e Internacionalización del Sistema.

El método seguido para esta clasificación se basa en la realización de porcentajes sobre las respuestas obtenidas por los miembros de cada grupo. Cada uno de los participantes obtiene un porcentaje equivalente al del resto, para tener en cuenta el número de respuestas que ha seleccionado cada participante. Finalmente se suman los porcentajes que han sido asignados para cada una de las acciones.

Responsable de acometer la acción:

- Universidad
- Administración Pública
- Organismos Públicos de Investigación
- Centros Tecnológicos
- Industria
- Otro tipo de instituciones sin ánimo de lucro

En este caso, al igual que en el apartado anterior, se ha realizado por porcentajes según las respuestas obtenidas por cada uno de los miembros del grupo.

Grado de cobertura observada:

- 0, 25, 50, 75, 100 ó 125 por ciento.

Cada uno de los miembros del grupo le ha asignado un porcentaje a cada una de las acciones indicando el grado de cobertura considerado. Se ha realizado la media aritmética de los mismos, obteniéndose así el porcentaje final correspondiente al grado de cobertura de dicha acción, el cual hace referencia a lo previsto para cada acción en 2007 en relación con el camino recorrido en cada una de las acciones en 2011.



## Producción de H<sub>2</sub>

El hidrógeno no es una fuente energética sino un vector, un intermediario en la cadena, y como tal es producido a partir de una fuente y consumido después para alimentar algún proceso. Aunque el hidrógeno es parte integrante del agua y de la materia orgánica, solo es útil como vector cuando se encuentra en forma libre, como gas H<sub>2</sub>. Los

procesos capaces de “liberar” ese hidrógeno son diversos, y pueden basarse en aporte de energía eléctrica, química, lumínica o térmica.

Este grupo de trabajo se centra en el estudio y la mejora de esos procesos, subdividiéndolos en base a su carácter renovable y a la tecnología empleada.

## Producción de H<sub>2</sub> por energía convencional y nuclear

### Análisis

Actualmente **no se considera que exista falta de desarrollo de líneas o vías para el confinamiento del CO<sub>2</sub> ni que exista escaso desarrollo de normativa específica**, ya que existe una directiva europea al respecto y los gobiernos la están trasponiendo a las leyes nacionales.

**Tampoco se considera que falten grandes instalaciones experimentales**, ya que actualmente existen proyectos de escala industrial al respecto, tales como el de CIUDEN y el de ELCOGAS.

Sin embargo, actualmente sí se considera como una debilidad el coste derivado de las emisiones de CO<sub>2</sub> o el coste asociado a su

almacenamiento, ya que es un gasto económico que puede afectar a la producción de hidrógeno vía energía convencional. Así mismo, la oposición a la energía nuclear se contempla como una amenaza al desarrollo de las tecnologías de producción de hidrógeno a partir de energía nuclear.

Cabe resaltar que **el desarrollo en gasificación de biomasa se considera una fortaleza** ya que presenta sinergias que conllevan al desarrollo de las tecnologías de producción de hidrógeno a partir de energías convencionales. Así mismo también se considera fortaleza la **capacidad que ofrecen estas tecnologías para producir hidrógeno de forma masiva y con menor coste de producción.**

### DEBILIDADES

- Falta de políticas fiscales, financieras y económicas definidas para el hidrógeno.
- Falta de capacidad de producción de hidrógeno líquido.
- Falta de tecnología gasista propia.
- Falta de tecnología propia de fabricación de catalizadores y de membranas.
- Falta de reactores nucleares de investigación.
- El coste derivado de las emisiones de CO<sub>2</sub> o el coste asociado a su almacenamiento. Existe un gasto económico que puede afectar a la producción de hidrógeno vía energía convencional.

### Debilidades

### OPORTUNIDADES

- Desarrollo de tecnología de cracking catalítico de combustibles fósiles.
- Relevo de tecnologías más o menos obsoletas de producción de hidrógeno disponibles actualmente en los gasistas españoles.
- Posibilidad de fomentar la aplicación de la energía nuclear

### Amenazas

### AMENAZAS

- La posible no aceptación social de las tecnologías de confinamiento del CO<sub>2</sub>.
- Descolgar del desarrollo tecnológico gasista y nuclear.
- Oposición a la energía nuclear.

### Oportunidades

### FORTALEZAS

- Disponer en España de una planta líder en tecnología de gasificación de combustibles fósiles.
- Conocimiento de tecnologías de reformado en sentido amplio, aplicables a la producción de hidrógeno in situ o centralizada. Incluidas las que parten de recursos renovables (bioalcoholes).
- Nivel de investigación en catalizadores aplicables en las tecnologías relacionadas.
- Capacidad o existencia de tecnología en fabricación de sensores e instrumentos.
- Implantación en España de empresas gasistas líderes.
- Sinergias con la gasificación de biomasa.
- Capacidad para producir hidrógeno de forma masiva y con menor coste de producción.

### Fortalezas

Pila de combustible de carbonatos fundidos, de 200 kW en la sede de Gas Natural Fenosa. Fuente: Gas Natural Fenosa





## Producción de H<sub>2</sub> por energía convencional y nuclear

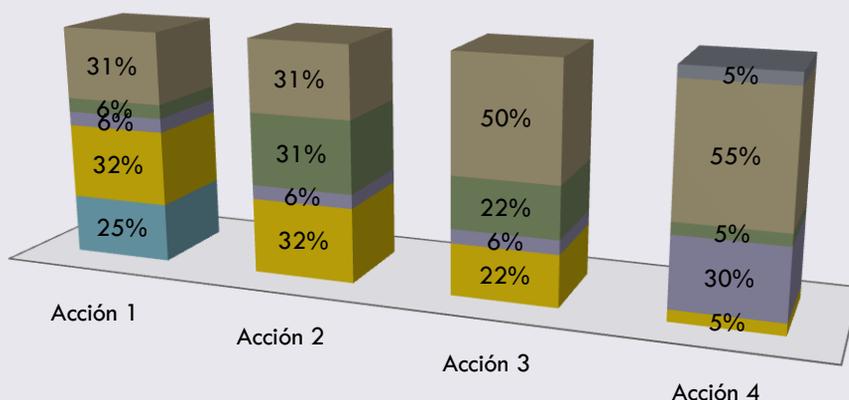
### Acciones prioritarias

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<p><b>1. Nuevos materiales para catalizadores de reformado con agua del monóxido de carbono y para membranas,</b> tanto membranas para separación y purificación de hidrógeno, como para membranas catalíticas y de separación para obtención de hidrógeno de monóxido de carbono y agua.</p> <p>Existen actualmente tres grupos trabajando en investigación de nuevos materiales, así como varios proyectos en marcha, pero se considera que todavía faltan por avanzar en este área de investigación.</p>	Primaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
<p><b>2. Materiales absorbentes para separación y purificación de hidrógeno.</b></p> <p>Existen proyectos en marcha pero se considera necesario dedicar más recursos a este tipo de investigaciones. Hay pocos grupos de investigación en España trabajando en este área.</p>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
<p><b>3. Optimización del proceso de reacción de agua del gas de síntesis.</b></p> <p>Se considera que el proceso de reacción de agua del gas de síntesis, es un proceso bastante conocido y desarrollado por la industria química, pero de cara a la obtención de energía no está optimizado. Actualmente hay grupos de investigación trabajando en el área.</p>	Primaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
<p><b>4. Promoción de plantas para fabricación de catalizadores y membranas de aplicación en la producción de hidrógeno.</b></p> <p>La preparación de catalizadores y membranas para su aplicación a la producción de hidrógeno se encuentra todavía en fase de investigación. Se resalta que esta es una de las mayores deficiencias de la industria española en el sector, por lo que se considera necesario promover su desarrollo, ya que existe un elevado potencial en el desarrollo de catalizadores pero no hay ninguna empresa que enfoque sus actividades en ello.</p>	Primaria	Infraestructuras Científica y Tecnológica	Bajo

\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

### Responsables de acometer estas acciones prioritarias

■ Otro tipo de instituciones sin ánimo de lucro ■ OPIs ■ Centros Tecnológicos ■ Universidades ■ Industrias ■ Administración pública



# Producción de H<sub>2</sub> a partir de Energías Renovables por Vía Electrolisis



Proyecto IHER, Infraestructura Tecnológica del Hidrógeno y Energías Renovables, Fuente: Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón

## Análisis

Actualmente no se considera una debilidad la falta de programas y acciones coordinadas para el desarrollo integral de electrolizadores y variantes de procesos electrolíticos, y **aunque la falta de normativa se considera una debilidad, se considera más importante la falta de legislación.**

Actualmente no se aprecia como una amenaza la existencia de un conflicto entre sectores no renovables de producción de hidrógeno y el sector de producción de hidrógeno a través de electrolisis, debido al elevado coste de las tecnologías implicadas en este último. En este sentido, **tampoco se considera como insuficiente la concienciación social hacia métodos más limpios de generación de energía o combustibles.**

Cabe destacar que actualmente **la integración de la producción de hidrógeno y las energías renovables es una fortaleza para España,** ya que se ha ganado mucha experiencia al respecto. No se considera como una oportunidad el desarrollo

de nuevos dispositivos de procesos electrolíticos avanzados, como por ejemplo la foto-electrolisis, ya que se trata de tecnologías a largo plazo; tampoco que la convergencia con la estrategia europea para desarrollar la “economía del hidrógeno” sea una oportunidad, aunque sí se sigue considerando que estamos en un momento estratégico de fomento de las energías renovables, como demuestra el lanzamiento del SET-PLAN.

Cabe resaltar la **necesidad de una mayor intencionalidad política,** considerándose primordial que aparezcan fuertemente reflejadas en los planes nacionales. Asimismo, primar la producción de hidrógeno a partir de energías renovables es otro hito fundamental para el despegue de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.

Entre las tecnologías existentes para la producción de hidrógeno vía electrolisis se ha destacado la **electrolisis alcalina de alta presión** como una de las tecnologías que ofrece mayores oportunidades en España.

#### DEBILIDADES

- No disponer de fabricantes nacionales de electrolizadores y componentes.
- No existencia de una prima a la producción de hidrógeno a partir de energías renovables, o una reducción o eliminación de las tasas relativas al uso de hidrógeno como combustible.
- No existencia de una normativa o legislación clara de aplicación relativa a instalaciones.
- El rendimiento para la producción de electricidad a partir de hidrógeno renovable sigue siendo reducido, lo que dificulta su uso como almacenamiento de energía.
- Falta de tecnología de electrolisis adecuada, sobre todo a grandes potencias pensando principalmente en el excedente energético de parques eólicos.
- Los proyectos demostrativos no tienen la continuidad necesaria.

### Debilidades

#### OPORTUNIDADES

- Desarrollo de electrolizadores de gran tamaño, orientados a su empleo en parques eólicos; los proveedores actuales (extranjeros), aunque han comenzado a mostrar interés, no han orientado su negocio a este mercado; potencial interés de desarrollo por parte de actores de sectores afines.
- Producción de hidrógeno como combustible a partir de energías renovables, para aplicaciones estacionarias y en el ámbito del transporte.
- Gran potencial de desarrollo industrial y de generación de empleo.
- Momento estratégico de fomento de las energías renovables, como se recoge en el SET-PLAN, de cara a una diversificación energética, a la reducción de la dependencia energética exterior y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Oportunidades de mercado en cuanto a la capacidad del hidrógeno de almacenar energía y gestionar la red eléctrica, garantizando la demanda, mediante la integración energías renovables-electrolisis.
- Oportunidad de negocio para empresas inversoras (de capital riesgo) de cara a aprovechar el conocimiento y las capacidades de desarrollo tecnológico existentes.
- Concienciación social hacia combustibles limpios.
- Desarrollo de electrolizadores de alta temperatura para la integración con energía termosolar.

### Amenazas

#### AMENAZAS

- Número de proveedores de tecnologías de electrolizadores reducido (en torno a 4), no existiendo competitividad.
- No hay mercado del hidrógeno en el sector energético; no existe por el momento la necesidad.
- Percepción social de peligro (tecnologías en torno al hidrógeno).
- No competitividad (precio) del hidrógeno renovable frente al convencional (combustibles fósiles, nuclear); coste 3-8 veces mayor.

### Fortalezas

### Oportunidades

#### FORTALEZAS

- Gran potencial de las energías renovables en España (recurso y capacidad de promoción de proyectos, por existencia de un marco legal que promueve estas energías).
- España es líder en desarrollo de equipamiento en energías renovables, y entre ellas en eólica y solar.
- Existencia de tejido empresarial experto en la gestión energética en plantas solares y eólicas (tecnologías de adecuación de potencia y de control y monitorización).
- Existencia de capacidades de desarrollo tecnológico (conocimiento y base tecnológica).
- Conocimiento en estrategias de gestión (técnica inclusive) en la integración de energías renovables (eólica, solar fotovoltaica) con producción de hidrógeno mediante electrolisis.

Instalación experimental de uso del hidrógeno para almacenaje de energía en el Parque Eólico de Sotavento. Fuente: Gas Natural Fenosa

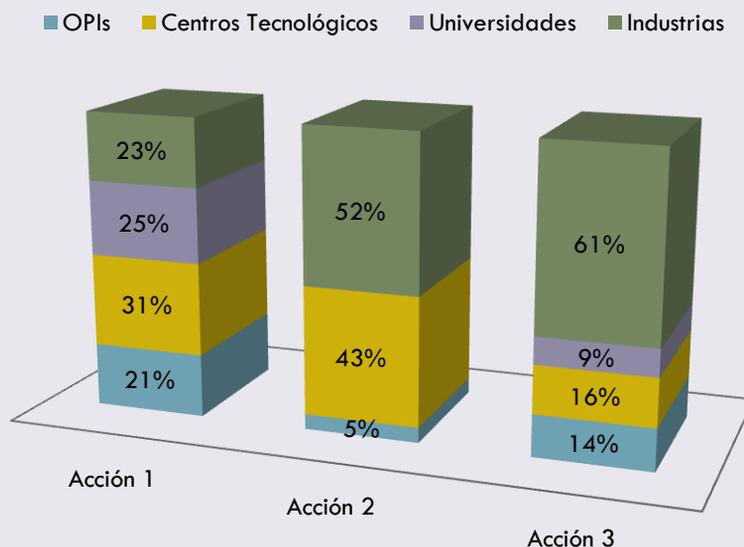


# Acciones prioritarias

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>1. Investigación básica en el diseño de electrolizadores (con especial aplicación a energías renovables).</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Medio
Se considera que esta acción está parcialmente desarrollada debido principalmente a la falta de desarrollo de tecnología propia. Así mismo se considera que, pese a que se trabaja en aspectos de integración de electrolizadores, no se investiga suficientemente en el diseño de los mismos. Además se considera que actualmente la mayoría de los electrolizadores están diseñados para trabajar conectados a red. Desde el punto de vista empresarial, por parte de ciertas empresas se piensa que se debería optimizar la tecnología e integración de renovables.			
<b>2. Desarrollo de procesos de fabricación de: Componentes de electrolizadores, electrolizadores especialmente desarrollados para aplicarse con energías renovables, su electrónica de potencia.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Medio
Se considera que esta acción sólo está parcialmente cubierta ya que actualmente los componentes se fabrican de manera casi "artesanal" y no existe volumen de ventas. Así mismo falta desarrollar tecnología propia, ya que se trabaja en electrónica y control, pero muy poco en componentes de electrolizadores.			
<b>3. Construcción de plantas: Bancos de pruebas, de procesos de producción de hidrógeno basados en la aplicación conjunta de energías renovables y electrolizadores.</b>	Primaria	Infraestructuras científicas y tecnológicas	Medio
Actualmente existen plantas de demostración con actividad significativa, y que cubren diferentes tecnologías y ámbitos de integración (solar, eólica) pero están poco explotadas. Se considera que, aunque existe capacidad técnica, son necesarias más inversiones.			

\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

## Responsables de acometer estas acciones prioritarias



# Producción de H<sub>2</sub> a partir de EERR por vía distinta a la electrolisis



Instalaciones base para la producción de Hidrógeno a partir de Gasificación de Biomasa.. Fuente: GUASCOR INGENIERÍA

## Análisis

Anteriormente se consideraba que existían pocos grupos de investigación nacional en esta temática. Actualmente **existe masa crítica importante trabajando en este tipo de tecnologías y además de prestigio internacional**, por lo que se trata de una de las fortalezas dentro de estas tecnologías.

Como puntos fuertes podemos encontrar el hecho de que **algunas tecnologías de producción de hidrógeno vía no electrolisis, como los ciclos termoquímicos, permiten obtener hidrógeno de elevada pureza**, además del hecho de que la tecnología de gasificación de biomasa es muy versátil, ya que es capaz, según los requerimientos de mercado, de poder generar un syngas de alta concentración en hidrógeno (hasta el 30%) y separarlo directamente sin requerir las inversiones asociadas al enriquecimiento (incrementar el porcentaje de hidrógeno en el syngas hasta el 70%) vía reformado catalítico y reactores.

Actualmente se considera que es necesario incrementar el apoyo que la administración está dando a estas tecnologías.

Por otro lado, se incluye como oportunidad la **posibilidad de aprovechar los recursos locales**, ya que permitiría potenciar las economías locales.

En relación a la **oportunidad que representa el desarrollo de la tecnología de los biocombustibles**, no sólo se considera una etapa intermedia que puede desarrollar las tecnologías de producción de hidrógeno, sino que se considera que debido a que estas tecnologías requieren mayoritariamente el uso del hidrógeno en parte de sus procesos, el hidrógeno es indispensable para su producción. Por tanto, se considera que **la demanda de hidrógeno (a ser posible de origen renovable), supondrá en sí misma un buen impulso tecnológico** para estas tecnologías.

### DEBILIDADES

- Procesos termoquímicos muy corrosivos.
- Elevado coste de planta en procesos termoquímicos.
- Determinados procesos (fotobiológicos) resultan de difícil aplicación comercial.
- Determinados procesos (fotólisis) todavía presentan costes muy altos o falta de desarrollo de materiales adecuados.
- Determinados procesos se encuentran aun en estadios iniciales de desarrollo, lo que impide la transferencia de tecnología.
- Necesidad de mayor integración.
- Dificultad de encontrar suministradores de catalizadores para el proceso de enriquecimiento del syngas.
- Necesidad de proyectos demostrativos para tecnologías alternativas a la electrolisis

### Debilidades

### AMENAZAS

- La biomasa depende de condicionantes externos (política agraria común, variabilidad, etc.).
- El mercado asociado al desarrollo sostenible es, por ahora, promesa de futuro asociada al desarrollo de las energías renovables.
- La incertidumbre existente en relación a la financiación de los proyectos.
- La competencia con otros vectores energéticos subvencionados.
- Poca implicación por parte de la empresa privada debido al estado en el que se encuentra la tecnología.
- La alta demanda de biomasa asociadas a la co-combustión, puede generar efectos negativos en lo que a disponibilidad y precio de referencia de la biomasa se refiere.

### Fortalezas

### OPORTUNIDADES

- Materia renovable.
- Fuente limpia.
- Neutro respecto al CO<sub>2</sub>.
- Utilización de la biomasa (beneficios económicos, sociales, medioambientales).
- Posibilidad de aprovechar los recursos locales.
- El desarrollo de la tecnología para producir biocombustibles se considera que puede impulsar el desarrollo de las tecnologías de producción de hidrógeno.
- Permite la revalorización de ciertos residuos (purines de cerdo, por ejemplo). Se resalta que, aunque existe gran cantidad de residuos en España, el coste de tratamiento es bastante elevado.

### FORTALEZAS

- Rendimientos aceptables en la mayoría de los procesos.
- Los procesos termoquímicos están fuera del ciclo del carbono y permiten obtener hidrógeno de elevada pureza.
- Tecnología económicamente competitiva respecto a otras tecnologías de producción de hidrógeno.
- Masa crítica importante y de reconocimiento internacional.
- Versatilidad de la tecnología de gasificación de biomasa, que permite generar un syngas de alta concentración en hidrógeno y separarlo directamente sin requerir las inversiones asociadas al enriquecimiento.

A  
M  
E  
N  
A  
Z  
A  
S

O  
P  
O  
R  
T  
U  
N  
I  
D  
A  
D  
E  
S

Banco de ensayos de diseño propio. Fuente: SILIKEN – Energías Renovables



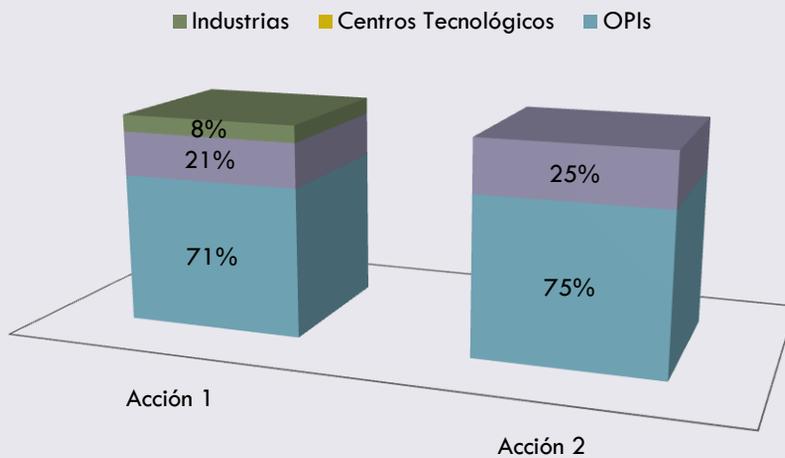
Producción de H<sub>2</sub> a partir de EERR por vía distinta a la electrolisis

Acciones prioritarias

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>1. Materiales para membranas de separación y purificación de hidrógeno.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Medio
<p>La acción está parcialmente desarrollada ya que actualmente existen numerosas publicaciones en esta área y proyectos en marcha. Se considera importante continuar con el desarrollo de esta acción sobre todo de cara a promover el desarrollo de los PSA, y sobre todo en caso de pequeñas instalaciones. Cabe resaltar que la purificación del hidrógeno se considera importante en el caso de hidrógeno procedente de fuentes no electrolíticas.</p>			
<b>2. Mejora de procesos y materiales fotocatalíticos.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
<p>Se considera que se trata de un campo relativamente nuevo que necesita de una investigación básica fuerte, y donde actualmente existen proyectos en marcha. Se resalta que se considera un campo prometedor y que en la FCH JU se apuesta por este campo.</p>			

\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

Responsables de acometer estas acciones prioritarias





## Almacenamiento y distribución de H<sub>2</sub>

Las peculiaridades del hidrógeno como combustible están muy marcadas por el hecho de ser un gas de muy baja densidad. Esta característica es un cuello de botella pues resulta en sistemas de almacenamiento voluminosos, pesados o que implican altas presiones. A esa desventaja se suma el hecho de que los sistemas de hidrógeno deben

competir, partiendo de cero, con sistemas de distribución de combustibles fósiles ampliamente establecidos y depurados.

Este grupo de trabajo se centra en la mejora de sistemas de almacenamiento de hidrógeno de todo tipo y en el desarrollo y la promoción de iniciativas orientadas a la generalización de sistemas de suministro de hidrógeno.

## Análisis

En el almacenamiento y distribución de hidrógeno se resalta como debilidad la **ausencia de normativa específica y estándares de certificación** para los materiales y sistemas de almacenamiento y distribución de hidrógeno.

La principal amenaza que surge en este análisis de actualización del sector, deriva de **no contextualizar las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible frente a la apuesta del vehículo eléctrico con batería.**

Por el contrario, destaca como nueva fortaleza el **impulso que la Administración está dando al desarrollo de nuevas tecnologías.**

Como nuevas oportunidades se han resaltado las

**posibilidades de mallado que existen en la Península Ibérica, que podrían representar una oportunidad siguiendo el ejemplo de Alemania** y el desarrollo de la infraestructura para vehículos eléctricos con batería, que facilitará el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.

**Además con una programación conjunta se facilitaría el despliegue de los vehículos eléctricos con pila de combustible alimentada con hidrógeno.**

A continuación se recoge la Matriz DAFO que analiza la posición de España en cuanto a almacenamiento y distribución de hidrógeno.

### DEBILIDADES

- Escasa implicación empresarial en I+D aplicado al almacenamiento. Transferencia tecnológica muy deficiente.
- Insuficiente dedicación a los problemas de aplicación frente a investigación básica.
- No existen empresas y grupos de investigación con vocación de liderazgo para proyectos europeos. Dificultad para crear consorcios.
- España es un territorio poco poblado en promedio y con vacíos poblacionales.
- Los principales fabricantes de automóviles tienen plantas de producción en España pero no centros de ingeniería, por lo que no se consigue efecto tractor sobre la empresa de componentes (los centros de decisión no están en España).
- Escasez de redes industriales de hidrógeno.
- Ausencia de instalaciones de licuefacción de hidrógeno en la actualidad.
- Ausencia de normativa específica y estándares de certificación para los materiales y sistemas de almacenamiento y distribución de hidrógeno.
- No hay previsión de implantación de una red de hidrogeneras.

### Debilidades

### OPORTUNIDADES

- Potenciación de las redes de transporte y distribución de energía del país.
- Integración con técnicas renovables de generación energética para suplir la variabilidad de estas.
- Visión original del despliegue de infraestructura: producción descentralizada por renovables para atender a población dispersa.
- Creación de una infraestructura desplegada en torno a las estaciones de suministro actuales y los productores industriales.
- Existencia de fabricante de componentes para turismos español con iniciativas en curso.
- España ofrece muy buenas posibilidades de mallado.
- El desarrollo de la infraestructura para vehículos eléctricos que se está impulsando en España, es una oportunidad que facilitará el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Posibilidad que ofrece la plataforma de establecer los mecanismos para el seguimiento de las acciones consideradas prioritarias, hacia Ministerios y Administraciones Locales y hacia el resto de plataformas/sectores tecnológicos.
- El hecho que Francia no apueste por las tecnologías del hidrógeno debería incentivar a España para ser el motor Sur-Norte de Europa.

### AMENAZAS

### AMENAZAS

- Percepción social de peligro.
- Pérdida de oportunidades y liderazgo tecnológico frente a otros países en temas de almacenamiento. Especialmente importante la industria de componentes para automóvil.
- Lejanía de las zonas de Europa más pobladas. Fuera de la primera fase del mallado de la red de hidrogeneras europea.
- No contextualizar las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible frente a la apuesta del vehículo eléctrico.

### Fortalezas

### FORTALEZAS

- Existencia de grupos consolidados de I+D.
- Gran potencial de las energías renovables en España.
- Existencia de una red robusta y amplia de transporte y distribución energética (gas natural), lo que permite tener una experiencia previa en cuanto a distribución de gases.
- Empresas españolas muy fuertes en distribución de hidrocarburos y gas.
- Experiencia ganada con las estaciones de servicios de hidrógeno del proyecto CUTE, la experiencia ganada con el Proyecto HyChain (despliegue de vehículos especiales y dispensadores de botellas de CGH2).
- Existencia de cuatro estaciones de servicio de hidrógeno (Zaragoza, Huesca Sevilla, Soria) y del primer prototipo nacional de vehículo todoterreno con pila de combustible.
- Producción actual de hidrógeno en varios puntos del territorio, logística de CGH2 bien desarrollada, con tecnólogos propios.
- Experiencia en el uso de GN en flotas de transporte urbano, lo que facilita la transición al hidrógeno.
- Impulso que la administración está dando al desarrollo de nuevas tecnologías.
- La existencia de la plataforma como instrumento para crear foros de discusión en temas de hidrógeno y como medio de coordinación de actores.

### Oportunidades

## Acciones prioritarias

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<p><b>1. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Almacenamiento de hidrógeno en vehículos.</b></p> <p>Se considera que aunque existe un gran desarrollo en investigación de materiales no se ha trasferido el conocimiento escalado, por lo que se considera necesario dedicar más recursos en este sentido. Por otro lado, pese a que existen experiencias en el sector de automoción, no existe un inventario de componentes y tecnología a aplicar.</p>	Primaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
<p><b>2. Sistemas de seguridad de aplicación en infraestructuras para distribución y alimentación de pilas de forma descentralizada.</b></p> <p>Actualmente se ha intensificado la especialización en diseño y producción de dispositivos de seguridad, lo que ha generado la creación de nuevos mercados. Aún así, se considera que la acción está muy poco desarrollada, por lo que debe potenciarse más.</p>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
<p><b>3. Basarse en estudios previos para el desarrollo de prototipos que permitan introducir en el mercado estas tecnologías.</b></p> <p>Es importante gestionar adecuadamente el conocimiento adquirido, por lo que se considera necesario potenciar la utilización de estudios previos para el desarrollo de prototipos que permitan introducir en el mercado estas tecnologías.</p>	Primaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
<p><b>4. Proyectos de demostración de uso de hidrógeno en pilas, y sus infraestructuras y equipamientos para distribución.</b></p> <p>Se considera, que pese a que existen proyectos en marcha, esta acción todavía se encuentra en estado inicial, y por tanto es necesario desarrollar más proyectos de demostración de uso de hidrógeno en pilas, y sus infraestructuras y equipamientos para distribución.</p>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
<p><b>5. Proyectos significativos o de demostración de edificios autosuficientes energéticamente, con captación de energía, almacenamiento de hidrógeno y generación por pilas.</b></p> <p>Se considera que no existen suficientes infraestructuras demostradoras de la viabilidad técnica y económica del sistema. Por otro lado este tipo de proyectos permiten mejorar la sensibilización pública y el desarrollo legislativo, aspectos fundamentales para el desarrollo de estas tecnologías.</p>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo

Hidrogenera en Zaragoza . Fuente: Carburos Metálicos

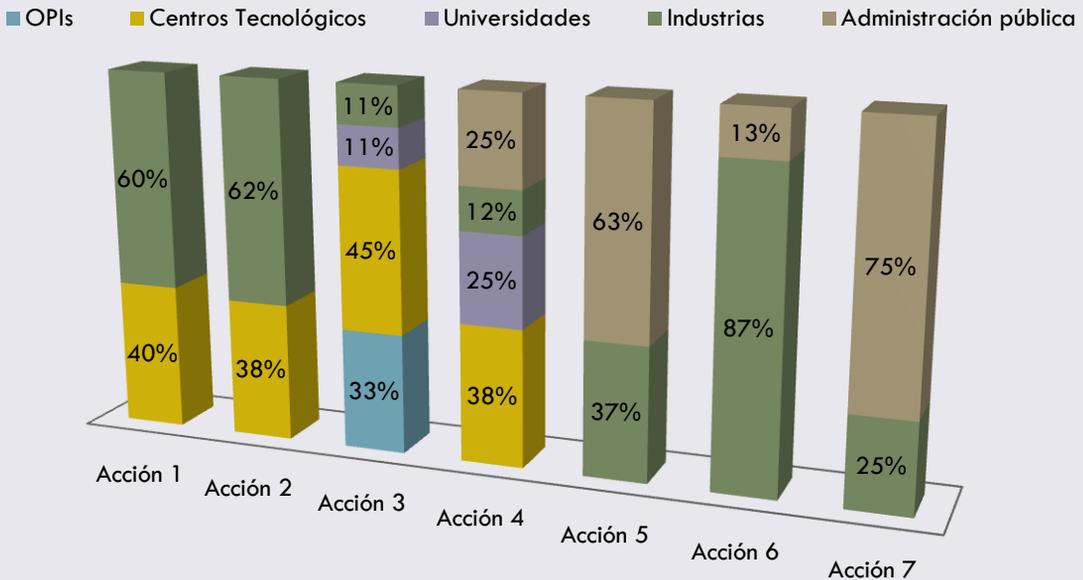


## Acciones prioritarias

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>6. Almacenamiento de hidrógeno a partir de energías renovables como sistema de almacenamiento de electricidad.</b>	Primaria	Proyectos de I+D y Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Medio
Actualmente existen en marcha varios proyectos de I+D encaminados al estudio de microrredes de generación por energías renovables con sistemas de almacenamiento, pero se considera que no existe incentiviación suficiente por parte de las entidades públicas, y se requiere un sistema de incentiviación específico.			
<b>7. Implantación de hidrogeneras</b>	Primaria	Proyectos de I+D, principalmente aunque también Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Bajo
Se considera que no hay previsión para la implantación de hidrogeneras. Se considera necesaria la realización de estudios de viabilidad para la implementación de estaciones de servicio multicomcombustible.			

\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

### Responsables de acometer estas acciones prioritarias





## Transporte: vehículos e infraestructuras

El transporte es un sector totalmente dependiente de los combustibles fósiles, y su alto grado de dispersión imposibilita las mejoras en eficiencia y emisiones llevadas a cabo en otros sectores. Aunque el coche eléctrico de baterías es una gran mejora en ese sentido, su reducida autonomía hace que no sea un sustituto equivalente, y que las empresas automovilísticas apuesten a medio y largo plazo por el coche

eléctrico de pila de combustible.

Este grupo de trabajo concentra sus esfuerzos en superar las barreras tecnológicas de la movilidad basada en el hidrógeno, tanto las relativas al vehículo en sí como las que tienen que ver con las infraestructuras necesarias para su introducción.

## Análisis

Existe un tejido industrial español sin experiencia en tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible, ni en componentes e integración de los mismos. Aunque se considera que esta acción también puede representar una **oportunidad para la industria española, de cara a fabricar componentes para vehículos.**

Cabe resaltar que no existen planes de mercado por parte de las empresas que permitan planificar las oportunidades de mercado de estas tecnologías. Actualmente no se considera que el desarrollo de otras alternativas al hidrógeno y las pilas de combustible represente una amenaza, pues se considera que en el futuro habrá combinaciones de generación de energía.

**Los avances en la tecnología y la infraestructura de los vehículos eléctricos con batería representarían una oportunidad** para el hidrógeno y las pilas de combustible, ya que “facilitarán” el desarrollo del

sector.

También hay **existencia de nichos de mercado muy buenos para estas tecnologías**, tales como almacenes de logística, aeropuertos, etc.

Europa tiende a que el centro de los municipios se electrifiquen, por lo que los medios de transporte públicos como autobuses y taxis, no podrían cubrir su demanda con baterías. Ello representa una oportunidad para las pilas de combustible, que además **suponen una alternativa para rangos superiores a los 200 km de autonomía.**

Existe una gran **oportunidad para los fabricantes de componentes, que podrían aprovechar los cambios hacia nuevas tecnologías para vehículos y desarrollar tecnología propia nacional.**

### DEBILIDADES

- Los proyectos de demostración desarrollados han sido puntuales, no de gran escala a nivel empresarial ni institucional. Además se considera que existe falta de continuidad en los proyectos de demostración.
- Tejido industrial español sin experiencia en tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible, ni en componentes e integración de los mismos.
- Poco presupuesto específico para aplicación de hidrógeno y pilas de combustible en transporte.
- Elevado coste debido a que se tiene que emplear hidrógeno prácticamente puro y al alto coste de la ingeniería asociada al desarrollo y mantenimiento de este tipo de vehículos.
- Procesamiento del fuel y los reformadores en vehículos.
- Limitada participación en el desarrollo e ingeniería de producto.
- Inexistencia de normas, especificaciones y estandarización en materia de equipamiento, seguridad y calidad del producto.
- Escasez de empresas españolas (y europeas) de fabricantes de componentes de pilas en el área de transporte.
- Problemas de los componentes de pilas de combustible, principalmente derivados del elevado precio y la baja fiabilidad.
- Pérdida de puestos de trabajo debido a la posibilidad de que se subcontraten componentes de vehículos a otros países.
- No existe una política relativa al transporte alternativo.
- No existen planes de mercado por parte de las empresas que permitan planificar las oportunidades de mercado de estas tecnologías.

### Debilidades

### OPORTUNIDADES

- Potencial interés de colaboración para resolver las barreras tecnológicas existentes en distintos temas de transporte. Principalmente intereses medioambientales.
- Aprovechar los avances en la tecnología y la infraestructura de la hibridación en vehículos y sus sinergias (principalmente en propulsión eléctrica).
- Aprovechamiento del desarrollo que están teniendo las energías renovables para proponer proyectos conjuntos.
- Promover acuerdos de desarrollo conjunto (si no de la pila de combustible, de sus componentes) con los grandes actores del mercado para absorber las últimas tecnologías e identificar nichos de oportunidad donde aportar valor añadido.
- Aprovechar los nichos de oportunidad (los vehículos de baja potencia, carretillas, ferrocarril, embarcaciones de recreo, electrónica de potencia, integración de renovables, balance de planta, industria auxiliar como bancos de ensayo para pilas, nuevo utillaje, etc....), así como los proyectos demostrativos, eventos sociales, Juegos Olímpicos, EXPOs, etc.
- Existencia de la convicción de que la mejor opción de futuro en automoción es el hidrógeno y las Pilas de Combustible, inicialmente a través de las llamadas APUs y principalmente para transporte pesado.
- Existencia de nichos de mercado muy buenos tales como almacenes de logística, aeropuertos, etc.
- La tendencia europea a que el centro de los municipios se electrifique. Los medios de transporte públicos como autobuses y taxis no podrían cubrir su demanda con baterías, por lo que existe una oportunidad para las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Oportunidad para los fabricantes de componentes, que podrían aprovechar los cambios hacia nuevas tecnologías para vehículos, y desarrollar tecnología propia nacional.

### Amenazas

### AMENAZAS

- La pérdida de liderazgo por no tener una previsión de mercado (falta de interés por parte de la industria).
- Falta de análisis de los campos de actuación.
- No contextualizar las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible frente a la apuesta del vehículo eléctrico.

### Fortalezas

### Oportunidades

### FORTALEZAS

- Experiencia adquirida con la participación de empresas españolas en proyectos de demostración y desarrollo (CUTE, CITYCELL y HYCHAIN)
- Capacidad técnica nacional (fuerte tejido industrial español en el sector de los componentes para el sector del automóvil)
- Alto nivel de ingenierías españolas en la integración de sistemas, electrónica y balance de planta
- Existencia de Centros Tecnológicos sectoriales específicos del Sector de Automoción que conocen los procedimientos y forma de trabajar de esas industrias (automóvil, ferrocarril, aeronáutica).
- Cierta experiencia tecnológica en el nicho de los vehículos eléctricos de baja potencia, adaptables a pila de combustible (sillas de ruedas, ciclomotores, vehículos de vecindad, etc.).
- Interés creciente en nichos como el ferrocarril, las embarcaciones de recreo, etc. donde España pudiera jugar un papel importante a nivel europeo o mundial.
- Creciente independencia de determinados ámbitos del sector transporte (ferroviario, aeronáutico...) para elaborar sus planes de I+D en España.
- Importante industria de fabricación y montaje de vehículos en España

“Primer paso hacia la comercialización en torno a 2015: demostración del FCX Clarity de Honda y su repostado con la hidrogenadora S100 de Carburos Metálicos, Madrid junio 2011”.



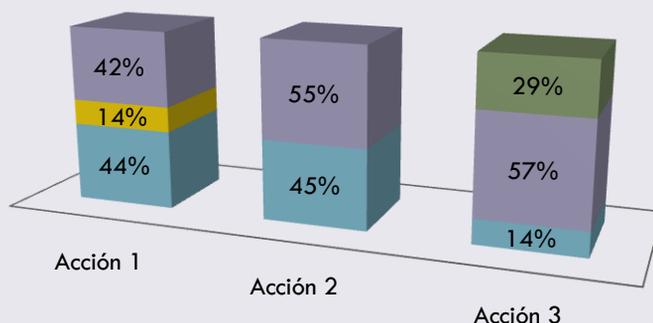
## Acciones prioritarias

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>1. Desarrollo de procesos de fabricación de Componentes, “stacks”, de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC.</b>	Primaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica y Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que existe muy poco desarrollo a nivel nacional, actualmente existen dos empresas trabajando en el área pero sin desarrollo propio de todos los componentes.			
<b>2. Desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes en sistemas auxiliares, integración como sistemas auxiliares de alimentación y en propulsión de vehículos. Electrónica de potencia para su regulación.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que falta por desarrollar la industrialización de estos procesos y componentes, ya que hay pocos grupos trabajando en el área y a nivel de componentes hay que recurrir en el 100% de los casos a proveedores extranjeros.			
<b>3. Desarrollo de una red de hidrogeneras de segunda generación, basadas en la red existente de gas natural con reformadores in situ, y otros tipos, que cubran el mercado posible de vehículos de hidrógeno.</b>	Primaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que esta acción no está desarrollada, aunque la tecnología está disponible (la hidrogenera del proyecto CUTE de Madrid funcionaba mediante este sistema).			

\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

## Responsables de acometer estas acciones prioritarias

■ Centros Tecnológicos ■ Universidades ■ Industrias ■ Administración pública





## Usos del H<sub>2</sub>

El hidrógeno permite almacenar masivamente energía renovable y sustituir a los combustibles fósiles en muchas aplicaciones, pero además permite incrementar drásticamente la eficiencia en el uso de esa energía. Las pilas de combustible transforman el hidrógeno en electricidad con alta eficiencia incluso en potencias bajas, lo que permitiría una

descentralización de la generación y una mayor autonomía para dispositivos eléctricos.

Este grupo de trabajo se centra en las aplicaciones finales del hidrógeno y en los dispositivos que en ellas intervienen, principalmente las pilas de combustible.

## Usos del H<sub>2</sub> : aplicaciones estacionarias

### Análisis

Se resalta la **falta de normativa como una de las amenazas más relevantes.**

Hay también falta de armonía entre Investigación y Empresa, con lo que en el mejor de los casos los proyectos terminan en un prototipo al que no se da un uso posterior. En este sentido se consideran imprescindibles dos factores: **incentivar la cooperación investigación-empresa, y obtener inversión adicional para pasar de la demostración a la comercialización.**

Como fortalezas resalta la **modularidad de las pilas de combustible y su fácil instalación, su utilidad para el sector transporte** y sus aplicaciones en áreas militares y en otras áreas en las que se necesite una respuesta crítica con una demanda de energía urgente (como generadores de energía para catástrofes).

Se considera como nuevas oportunidades el ahorro energético que supone estas tecnologías, las sinergias existentes con otros sistemas de suministro, especialmente con las fuentes de energía renovables y su uso en microrredes, ya que empieza a ser una realidad comercial en sistemas aislados.

Así mismo se ha resaltado el desarrollo de elementos complementarios (como puede ser el empleo de combustibles hidrogenados para su consumo en pilas de combustible) como oportunidad de acelerar el desarrollo de estas tecnologías.

Se considera importante **definir los ámbitos en los que el hidrógeno puede ser competitivo, de cara a identificar las posibilidades de mercado.** En este sentido, se identifican una serie de estudios que pueden representar oportunidades para las aplicaciones estacionarias de estas tecnologías, como por ejemplo estudios sobre la competitividad del hidrógeno y las pilas de combustible a corto-medio plazo frente a la creación o reacondicionamiento de infraestructuras de tecnologías tradicionales y estudios sobre los nichos de mercado en los que el hidrógeno y las pilas de combustible son competitivos. Estos estudios podrían hacerse llegar a las empresas para facilitar la comercialización de estas tecnologías.

Existe un cambio de percepción social en cuanto al cambio climático, que se considera una oportunidad para estas tecnologías no contaminantes.

### DEBILIDADES

- Inexistencia de tecnología de almacenamiento de gran capacidad, alta eficiencia, segura y de bajo coste que justifique su rentabilidad para este tipo de aplicaciones.
- La gestión eficaz de la energía supone una mayor complejidad y coste del sistema: alimentación, control hídrico, recuperación de energías residuales, acondicionamiento térmico, etc.
- Falta de tecnología española madura para el desarrollo de la aplicación.
- Escasa existencia de empresas de fabricación de pilas españolas.
- No existen planes de mercado por parte de las empresas que permitan planificar las oportunidades de mercado de estas tecnologías
- Se considera que no existen incentivos políticos que apoyen la aplicación y la comercialización de estas tecnologías.
- No existe suficiente normativa nacional o comunitaria al respecto. No existe prima específica feed-in-tariff para sistemas de cogeneración con emisiones de CO2 extremadamente bajas.
- Falta de armonía entre Investigación y Empresa, con lo que en el mejor de los casos los proyectos terminan en un prototipo al que no se da un uso posterior al finalizar la subvención. Es necesario incentivar la cooperación investigación-empresa, y obtener inversión adicional para pasar de la demostración a la comercialización.

## Debilidades

### OPORTUNIDADES

- Ventajas de la generación distribuida frente a las redes tradicionales centralizadas (supresión de pérdidas asociadas al transporte de energía).
- Integración con las fuentes renovables amortiguando sus intermitencias y estabilizando la red.
- Posibilidad de integración del uso de las pilas de combustible en los planes nacionales de eficiencia en la edificación, uno de los sectores económicos de mayor importancia en nuestro país.
- Posibilidad de transferencia de los avances tecnológicos alcanzados en el sector a otras necesidades sociales.
- Posibilidad de cogeneración, aprovechando la energía térmica y eléctrica.
- Las pilas de combustible alimentadas con gas natural es un mercado a corto plazo favorecido por la infraestructura existente y el protocolo de Kyoto, y una puerta para el hidrógeno a largo plazo.
- La utilización del hidrógeno en motores de combustión interna y turbinas de pequeña potencia facilitará la introducción del hidrógeno en el sistema energético al ser una tecnología ya disponible.
- La variabilidad en tipología y combustibles de las pilas de combustible con cogeneración favorecerán su utilización en las aplicaciones estacionarias.
- Posibilidad de utilización de grandes motores de combustión interna o de turbinas de gas, para generación eléctrica en polígonos industriales donde el hidrógeno se pueda obtener como subproducto, reduciendo las emisiones de CO2.
- Considerar y explorar la aplicación a sistemas insulares en base a su condición de aislamiento y lejanía.
- Estas tecnologías suponen un gran ahorro energético por su eficiencia muy superior al no quedar dentro de las restricciones de Carnot para las máquinas térmicas.
- Las sinergias existentes con otros sistemas de suministro, especialmente con las fuentes de energía renovables.
- Utilización de estas tecnologías en microrredes.
- Desarrollo de elementos complementarios que permitan acelerar el desarrollo de estas tecnologías, como puede ser el empleo de combustibles hidrogenados para su consumo en pilas de combustible.
- Identificación del mercado del hidrógeno y de las pilas de combustible.
- Cambio en la percepción social ante el cambio climático, lo que favorece el desarrollo de estas tecnologías.

## Amenazas

### AMENAZAS

- Resistencia al cambio de modelo energético por parte de las empresas energéticas debido a los intereses económicos establecidos y a la resistencia al cambio tecnológico necesario.
- Alto coste de inversión inicial en el desarrollo de la tecnología que ha marginado hasta el momento a la mayor parte de agentes potencialmente involucrados en aplicaciones estacionarias de la energía.
- Poca divulgación de los proyectos demostrativos.
- Debido al elevado coste de las pilas de combustible, su utilización en pequeños electrodomésticos por ejemplo, incrementa el coste en objetos de poco valor añadido.
- Ralentización en la instalación de redes inteligentes en el sistema eléctrico nacional.
- Apoyo político a otros recursos en detrimento del uso de estas tecnologías de cogeneración.

## Fortalezas

### FORTALEZAS

- Representación española importante en proyectos europeos asociados a las aplicaciones estacionarias de hidrógeno y pilas de combustible. La alta eficiencia energética de las pilas de combustible y su posibilidad de aprovechamiento del calor residual (por ejemplo flujo térmico de refrigeración para calefacción o ACS de los edificios), lo que incrementa la eficiencia energética asociada al uso de la vivienda y de la industria.
- Alto interés para su aplicación en sistemas aislados y en especial para almacenar energía en combinación con energía no controlable de fuentes sostenibles (fotovoltaica, eólica, etc.).
- Beneficios de la generación distribuida en cuanto a autonomía y fiabilidad de suministro energético local frente a posibles fallos en la red eléctrica. Estabilización de la red eléctrica actual.
- Funcionamiento silencioso y no contaminante frente a otros generadores de energía eléctrica.
- Ventajas derivadas de la modularidad de las pilas de combustible y su fácil instalación
- Frente a baterías tradicionales las pilas de combustible ofrecen una relevante reducción de peso y de tamaño para la misma cantidad de energía disponible.
- Demanda existente para uso del hidrógeno en grandes motores térmicos usados en aplicaciones estacionarias

## Oportunidades

ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>1. En materiales para componentes de Pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Medio
Se considera que existe un gran número de centros de investigación centrados en el estudio de materiales, sin embargo, en cuanto al desarrollo de equipos se resalta que no existen a nivel nacional, aunque sí a nivel internacional.			
<b>2. Desarrollo de procesos de fabricación de componentes, "stacks", de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC y SOFC.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
No existe tecnología propia a nivel nacional y es necesario llevar a cabo un escalado a nivel industrial de procesos de fabricación.			
<b>3. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Generación de hidrógeno autónoma y descentralizada en uso residencial.</b>	Primaria	Proyectos de I+D y Fortalecimiento Institucional	Bajo
Esta acción está muy poco desarrollada y que son necesarios más recursos para llevarla a cabo.			
<b>4. Desarrollo de procesos de fabricación de estructuras de los materiales que se desarrollen en las acciones de Investigación Básica: Catalizadores, electrodos, membranas, almacenamiento, materiales para fotólisis del agua, etc.</b>	Primaria	Infraestructura Científica y Tecnológica y Proyectos de I+D	Bajo
Aunque existe cierta actividad en este área, todavía falta por invertir esfuerzos en desarrollar procesos escalables a nivel preindustrial.			

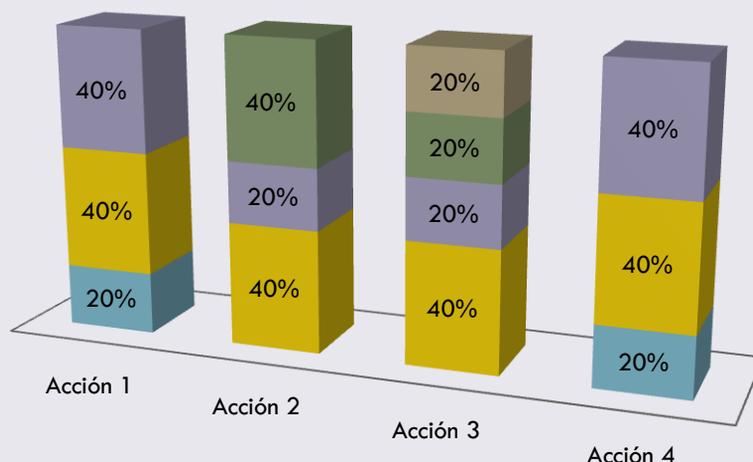
\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

Generador de hidrógeno, Hart 250. Fuente: HIDROGENA



## Responsables de acometer estas acciones prioritarias

■ OPIs ■ Centros Tecnológicos ■ Universidades ■ Industrias ■ Administración pública



## Usos del H<sub>2</sub> : aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico

### Análisis

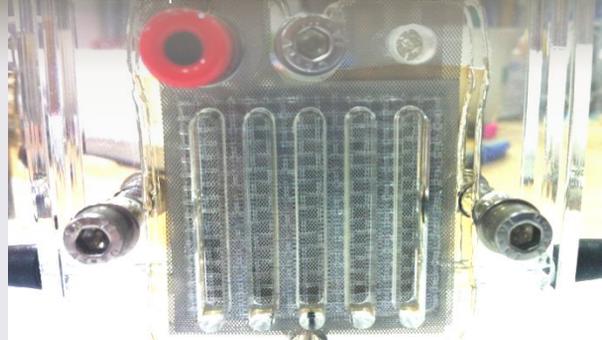
En el apartado del sector correspondiente al uso del hidrógeno en aplicaciones portátiles y en el pequeño electrodoméstico **no se considera que exista retraso con respecto a Europa** en relación al desarrollo de pilas de combustible con tecnología propia.

Tampoco que exista falta de tecnología propia nacional, debido a que hoy día **hay empresas españolas con capacidad de desarrollar, producir y comercializar pilas de combustible con tecnología propia.**

La poca coordinación de la investigación con los sectores industriales en el entorno europeo es una amenaza para el sector, así como la posibilidad de que España se quede atrás en las actuaciones coordinadas que se desarrollen en relación con estas tecnologías en otros países europeos.

Se ha incluido como nueva fortaleza la **autonomía de los grupos de trabajo de la PTE HPC** que permite coordinar su actividad periódicamente.

Monocelda PEM para uso didáctico. Fuente: ARIEMA



Además, como nueva oportunidad a tener en cuenta resalta el **almacenamiento de hidrógeno en elementos estructurales de los sectores de edificación y transporte**, así como la reactivación y conexión de proyectos empresariales en hidrógeno que se han detenido en el periodo 2008 - 2009 por falta de expectativas, fondos, y dirección.

Debido a que no se considera que exista retraso con respecto a Europa en relación al desarrollo de pilas de combustible con tecnología propia, no se ha considerado como una oportunidad el hecho de que ir a "remolque tecnológico" permita confirmar el camino a seguir.

### DEBILIDADES

- Escaso interés por parte de la industria española (salvo contadas excepciones) por el desarrollo de tecnología propia de pilas de combustible.
- El interés empresarial por las aplicaciones portátiles es moderado y el interés empresarial por las aplicaciones domésticas es relativamente escaso.
- Prácticamente nulo interés empresarial por la tecnología DMFC.
- Baja coordinación entre grupos de investigación.
- Escasa presencia nacional en eventos internacionales.
- Competidores internacionales mejores y más avanzados en el desarrollo.
- Ausencia de un programa de financiación específico para Pilas de Combustible e Hidrógeno por parte del gobierno español.
- Percepción de tecnología cara.
- Limitada disponibilidad de hidrógeno barato y de alta pureza.
- Falta de normativa.

### Debilidades

### AMENAZAS

- Muy baja actividad en una de las tecnologías de referencia, como es DMFC.
- Escasa actividad y masa crítica en desarrollo de las tecnologías de interés para el almacenamiento de hidrógeno para aplicaciones portátiles (desarrollo de hidruros metálicos y químicos).
- Planes de I+D en pilas de combustible e hidrógeno en otros países (U.S.A, Japón, Alemania,...).
- Posible entrada de países como China o India con costes mucho más bajos.
- Poca coordinación de la investigación con los sectores industriales en el entorno europeo.
- Que España se quede atrás en las actuaciones coordinadas en países europeos.

### Amenazas

### Fortalezas

### OPORTUNIDADES

- Empieza a haber otras empresas que muestran interés por las aplicaciones portátiles y/o domésticas, mercados potenciales como electrónica o juguetes eléctricos.
- Existencia de proyectos relevantes: un proyecto CENIT DEIMOS centrado en el desarrollo de la tecnología de pilas de combustible españolas, y un proyecto faro del FP6 (Hychain) con participación española, basado en la demostración de pilas de combustible de baja potencia en general (portátiles, vehículos pequeños...).
- Las pilas de combustible de baja potencia para aplicaciones portátiles y de pequeño electrodoméstico pueden ser consideradas un punto de partida para otras (automoción, generación estacionaria).
- Existencia de un mercado potencial de agentes de I+D, actualmente compradores de tecnología importada, para las primeras pilas propias que vayan estando disponibles.
- Mayor concienciación social debida a los proyectos de demostración que se están llevando a cabo.
- La carestía del mercado energético facilita la introducción de estas tecnologías.
- Reactivación y conexión de proyectos empresariales en hidrógeno que se han detenido en el periodo 2008-2009 por falta de expectativas, fondos, y dirección.

### Oportunidades

### FORTALEZAS

- Existencia de algunos grupos con actividad sostenida en tecnologías de referencia como PEMFC y SOFC.
- Existencia de una cierta masa crítica investigadora (CCTT, universidades, OPIs) con experiencia en todos los componentes de una pila de combustible, así como en reformadores de gas natural orientados al pequeño electrodoméstico.
- Existencia de financiación privada por parte de algunas empresas para el desarrollo de pilas de combustible para aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico.
- Existencia de una red robusta de gas natural doméstica que facilita la posible implantación de las pilas de combustible en ese sector.
- La PTE HPC como medio para coordinar y agrupar los esfuerzos individuales.
- Existencia de tecnología competitiva actualmente en varias aplicaciones "Early Markets".
- Potencialidad de una elevada autonomía y bajo mantenimiento en aplicaciones remotas.
- Potencialidad de rápida recarga en aplicaciones móviles.
- Autonomía de los grupos de trabajo de la PTE HPC que permite coordinar su actividad periódicamente.

Pila de combustible de 5 Kw (Modelo GenCore) e instalación de 6 pilas PEM en Proyecto RES2H2. en el ITC, Pozo Izquierdo. Fuente: ARIEMA

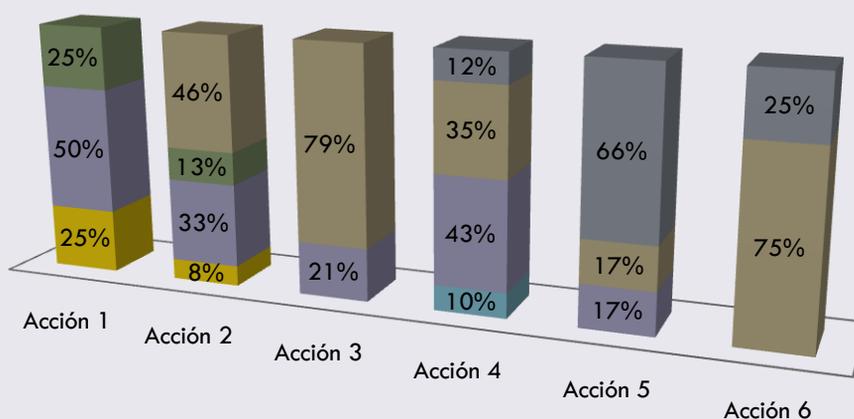


ACCIÓN	PRIORIDAD*	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>1. En materiales para componentes de pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida.</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Medio
Actualmente hay 18 proyectos en marcha en relación a este ámbito. Sin embargo, se considera que aún queda mucho por desarrollar y cualquier avance resultaría significativo en aumento de eficiencia, reducción de costes y vida útil.			
<b>2. Desarrollo de procesos de fabricación de componentes, "stacks", de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC y SOFC.</b>	Primaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
A nivel nacional existen tecnologías en pilas de membrana polimérica PEM, pero es necesario el desarrollo de mayor número de iniciativas.			
<b>3. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de almacenamiento y distribución de hidrógeno para aplicaciones portátiles y de pequeña potencia.</b>	Primaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Actualmente existen proyectos en marcha pero insuficiente conocimiento para su desarrollo industrial en España, por lo que se deberían dedicar importantes esfuerzos para desarrollar esta acción.			
<b>4. Desarrollo de tecnología nacional para aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico basadas en pilas PEM o DM.</b>	Primaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
A través de pequeñas aplicaciones se podría aumentar el interés por la utilidad del hidrógeno y servir de apoyo para sistemas más complejos y rentables en un futuro. A nivel nacional, existen empresas que desarrollan este tipo de actividades, pero se considera que es necesario dedicar más esfuerzos al desarrollo de tecnología nacional.			
<b>5. Proyectos de demostración de uso de hidrógeno en pilas, y sus infraestructuras y equipamientos para distribución.</b>	Primaria	Proyectos de I+D y Fortalecimiento Institucional	Medio
Aunque actualmente existen varios proyectos en marcha en relación a este tema, se considera que se encuentra en su etapa inicial y que por tanto es necesario continuar dedicando esfuerzos.			
<b>6. Centros piloto de distribución y rellenado de sistemas de almacenamiento de hidrógeno para aplicaciones portátiles de baja potencia</b>	Primaria	Proyectos de I+D	Bajo
Aunque hay algunos proyectos en marcha, el grado de cobertura de esta acción es escaso.			

\*Nota: Se muestran solamente las acciones de prioridad primaria, las de prioridad secundaria y terciaria se muestran en un anexo al final del documento para su consulta.

## Responsables de acometer estas acciones prioritarias

■ Otro tipo de instituciones sin ánimo de lucro ■ OPIs ■ Centros Tecnológicos ■ Universidades ■ Industrias ■ Administración pública



[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)



**Plataforma Tecnológica Española del  
Hidrógeno y de las Pilas de Combustible**

Sector Embarcaciones 24, local 5  
28760 Tres Cantos, Madrid

[info@ptehpc.org](mailto:info@ptehpc.org)  
[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)

# ANEXO

Sistema demostrativo de la integración de cadena "Producción, almacenamiento y consumo de Hidrógeno" y un banco de ensayos de diseño propio. Fuente: SILIKEN – Energías Renovables



## Producción de H<sub>2</sub> por energía convencional y nuclear

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>5. Desarrollo de procesos de producción de hidrógeno por descarbonización del metano.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Pese a que algunos grupos han iniciado investigaciones en este área y existen proyectos en marcha, se considera que esta acción requiere de un mayor desarrollo.			
<b>6. Procesos de producción de hidrógeno por reformado, oxidación parcial y reformado auto térmico del gas natural.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
Aunque se trata de una tecnología conocida y también se conoce el proceso de reformado, las empresas no están abordando este área de actividad. Hay proyectos en marcha, pero se debe potenciar la investigación en este área. Por último el proceso de oxidación parcial se considera que está poco desarrollado.			
<b>7. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Producción de hidrógeno in situ a partir de gas natural.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Bajo
Existen varios grupos y proyectos trabajando en el área, pero todavía faltan recursos para poder alcanzar el mercado.			
<b>8. Control y seguridad de reformadores de gas natural a pequeña escala.</b>	Secundaria	Fortalecimiento Institucional	Bajo
Existen varios grupos trabajando en el área, pese a ello, se considera necesario un mayor desarrollo de la acción.			
<b>9. Puesta en marcha de proyectos de confinamiento de CO<sub>2</sub> en emplazamientos seleccionados.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Bajo
Existen proyectos en marcha y plantas demostración de captura de CO <sub>2</sub> y almacenamiento, entre los que cabe destacar la planta de investigación de captura de CO <sub>2</sub> situada en El Bierzo (León) y la planta de almacenamiento de CO <sub>2</sub> prevista en Hontomín (Burgos), sin embargo se considera que falta mucho por desarrollar en este campo.			
<b>10. Instalación de plantas de acondicionamiento y separación de hidrógeno</b>	Secundaria	Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Bajo
Se considera que actualmente existe investigación interna de las PSA por parte de las empresas gasistas, pero no existe investigación alternativa, por ello el grado de desarrollo de esta tecnología orientada a usos energéticos es relativamente bajo.			
<b>11. Prototipos de unidades de separación H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> por adsorción con cambio de presión (PSA).</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que esta acción está poco desarrollada, se han aprobado proyectos de investigación pero no hay planes de fabricar un prototipo.			
<b>12. Construcción de prototipos de gasificación de biomasa con sistemas de obtención y purificación de hidrógeno.</b>	Secundaria	Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Bajo
Se considera que para el desarrollo de esta acción sería interesante la modificación de las plantas existentes para incluir sistemas de producción de hidrógeno.			
<b>13. Explotación de planta de producción de hidrógeno a partir de gasificación de combustibles fósiles con separación de CO<sub>2</sub> para mantenimiento y optimización de la tecnología y posible aplicación en producción masiva centralizada.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
Se considera que la acción está parcialmente desarrollada, ya que existe la planta de Elcogas, pero aún así, se considera que falta la utilización y difusión de este conocimiento, por lo que todavía es necesario dedicar esfuerzos al desarrollo de la acción.			

## Producción de H<sub>2</sub> por energía convencional y nuclear

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>14. Co-gasificación de combustibles fósiles y biomasa.</b>	Secundaria	Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Medio
Existen proyectos europeos al respecto (como FLEXGAS), pero se considera que a nivel nacional, falta la utilización y difusión de este conocimiento, por lo que todavía es necesario dedicar esfuerzos al desarrollo de la acción. A nivel nacional se ha avanzado poco en esta área.			
<b>15. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Reformadores de gas natural para aplicaciones domésticas basadas en hidrógeno.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Bajo
Se considera que, aunque han existido y siguen existiendo algunas iniciativas, falta la aplicación y la explotación de la acción.			
<b>16. Participación en proyectos de sistemas de energía primaria de alta temperatura, como nuclear de IV generación.</b>	Secundaria	Proyectos I+D, Recursos Humanos, Internalización del Sistema y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Esta acción apenas está desarrollada, ya que no existe participación por parte de entidades españolas en este tipo de proyectos.			
<b>17. Puesta en servicio y monitorización de almacenes geológicos de CO<sub>2</sub>.</b>	Secundaria	Infraestructuras científicas y tecnológicas y Fortalecimiento institucional	Bajo
La acción está poco desarrollada ya que hay escasos recursos humanos destinados a este tipo de investigaciones. Cabe resaltar que en España está el proyecto de planta de almacenamiento de CO <sub>2</sub> , proyectada en Hontomin (Burgos).			
<b>18. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Integración de tecnologías de hidrógeno líquido en procesos de producción de hidrógeno.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Nulo
Se considera que esta acción no está desarrollada por falta de necesidad ya que no hay aplicación ni demanda en esta área.			
<b>19. Procesos de producción de hidrógeno por termólisis con energía nuclear.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que esta acción no está desarrollada por falta de necesidad ya que no hay aplicación ni demanda en esta área.			
<b>20. Tecnología relacionada con control y seguridad de reformadores de gas natural a pequeña escala.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Esta acción está muy poco desarrollada, ya que al no haber reformadores de pequeña escala no existe tecnología de control.			
<b>21. Construcción de plantas de demostración: Reactor prototipo para reacción de agua de gas de síntesis en dos pasos (alta y baja temperatura).</b>	Secundaria	Infraestructura Científica y Tecnológica	Bajo
Se trata de una tecnología existente en la industria pero no existen prototipos propios de desarrollo.			
<b>22. Construcción de plantas de demostración: Producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con separación del CO<sub>2</sub> listo para su almacenamiento.</b>	Secundaria	Infraestructura Científicas y Tecnológicas	Medio
Se considera que la acción está desarrollada parcialmente, ya que actualmente existe alguna planta de demostración en fase avanzada de construcción y en fase de desarrollo. Se trata de una muy buena opción para la producción masiva a largo plazo.			

# ANEXO: Acciones con prioridad secundaria y terciaria.

## Producción de H<sub>2</sub> por energía convencional y nuclear

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
--------	-----------	-----	--------------------

**23. Construcción de plantas de demostración a escala piloto para procesos basados en pirolisis de biomasa.**

Secundaria

Infraestructura Científica y Tecnológica

Bajo

Se considera que la acción está parcialmente cubierta ya que actualmente existen plantas comerciales, si bien no producen hidrógeno sino electricidad, que parece una opción más interesante. Por ello se considera necesario dedicar esfuerzos para el desarrollo de esta acción.

## Producción de H<sub>2</sub> a partir de Energías Renovables por Vía Electrolisis

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
--------	-----------	-----	--------------------

**4. Plantas experimentales basadas en tecnologías existentes de electrolizadores.**

Secundaria

Infraestructuras Científicas y Tecnológicas

Medio

Se considera que esta acción necesita mayor desarrollo, ya que este tipo de plantas son necesarias para ganar experiencia con la operación de los electrolizadores. Falta difusión de la tecnología existente, cuya explotación y resultados casi no se han difundido, y que podrían utilizarse como bancos de ensayos.

**5. Sistemas de gestión de electrolizadores con energías renovables: Estrategias de control, y su dimensionamiento, de sistemas híbridos.**

Secundaria

Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica

Medio

Se considera que actualmente no existen sistemas de control desarrollados para la gestión de plantas ni electrónica de potencia adecuada para los sistemas. Aunque existen iniciativas específicas al respecto, son muy incipientes y con poco modelado propio. Se considera que los sistemas de gestión deben ser integrados como parte del diseño global de la instalación de energías renovables.

**6. Estudios de viabilidad, y de mercado, herramientas de gestión y de acceso a mercados, aplicables en la utilización de energías renovables y electrolizadores.**

Secundaria

Proyectos I+D y Recursos Humanos,

Medio

Se considera que existen estudios, pero se deben mejorar los mismos, de cara a determinar el potencial de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible y definir los planes de I+D a largo plazo. Por otro lado, se considera necesario realizar estudios de mercado para buscar otros mercados de aplicación del hidrógeno.

**7. Promoción de plantas para fabricación de catalizadores y membranas de aplicación en la producción de hidrógeno.**

Secundaria

Proyectos I+D e Infraestructura Científica y Tecnológica

Bajo

Actualmente no hay procesos de fabricación de componentes (catalizadores y membranas) desarrollados, aunque probablemente tenga más sentido abordar esta acción en un periodo más a largo plazo (2015-2020). Esta acción viene desarrollada con proyectos de investigación, por lo que las empresas dedicadas a esta área son spin-off que extraen el conocimiento desde el área científica.

**8. Optimización de herramientas existentes, y diseño de nuevas herramientas, para las predicciones meteorológicas en la producción de hidrógeno con energías renovables.**

Terciaria

Proyectos I+D

Medio

Se considera que existen herramientas pero falta fiabilidad y validaciones, por ello esta acción debe desarrollarse en mayor grado. Se considera interesante integrarlas como parte de las herramientas de operación global de la instalación de energías renovables.

## Producción de H<sub>2</sub> a partir de EERR por Vía Distinta a la Electrolisis

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>3. Procesos de producción de hidrógeno por gasificación de biomasa.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Medio
Se considera que existe bastante trabajo desarrollado en este campo, ya que en este momento se está tratando de llevar a cabo el diseño de procesos industriales que resulten rentables. Así mismo existen proyectos en marcha. Se considera que, aunque a nivel de empresa hay actividades, el paso a producción todavía plantea problemas, y por tanto se debe seguir dedicando esfuerzos a esta acción, de cara principalmente a conseguir la optimización de procesos en plantas.			
<b>4. En materiales para membranas catalíticas y de separación para obtención de hidrógeno de monóxido de carbono y agua.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Medio
Se considera que existen bastantes publicaciones en este área así como proyectos en marcha, aunque se resalta que no existe una aplicación industrial en ningún caso. Consideran importante el desarrollo de esta acción sobre todo en relación al desarrollo existente en PSA, y principalmente en el caso de pequeñas instalaciones (generación distribuida).			
<b>5. Procesos de producción de hidrógeno por fotobiólisis y fotolisis.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Medio
Se considera que se trata de una tecnología en estado incipiente aunque actualmente existen proyectos relacionados en marcha. Los rendimientos son bajos, por el momento, pero consideran que es una importante forma de generación de hidrógeno partiendo de una energía renovable autóctona. Por ello se considera necesario reforzar su investigación básica.			
<b>6. Procesos de producción de hidrógeno por termólisis y pirólisis.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Bajo
Los miembros del grupo consideran que este tipo de tecnología se ha probado a escala de laboratorio, pero que se deben diseñar plantas mayores para comprobar su viabilidad. Por todo ello se considera necesario dedicar esfuerzos al desarrollo de esta acción.			
<b>7. Procesos de producción de hidrógeno por ciclos termoquímicos.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Medio
Se considera que se trata de procesos relativamente nuevos y se debe seguir explorando las posibilidades de mejora de los procesos actualmente en marcha. Existe interés por parte de las empresas de desarrollar este tipo de tecnología pero todavía se debe investigar ya que las cinéticas de reacción son lentas.			
<b>8. En materiales para adsorbentes para separación y purificación de hidrógeno</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Medio
Se considera que existen procesos de purificación bastante establecidos (PSA) mediante esta tecnología. Así mismo existen proyectos de investigación en marcha (aunque sin aplicación práctica). No obstante se considera una acción a desarrollar, ya que hay todo un campo en el tema de gran interés.			
<b>9. Fabricación de materiales genéricos para su aplicación en producción de hidrógeno.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Bajo
Se considera que el diseño de estos procesos dependerá de los avances que se den en la producción de hidrógeno. Por ahora no hay grandes avances que puedan dar una idea de por donde debería ir la fabricación de materiales genéricos. Actualmente no se conoce ningún proyecto en marcha.			
<b>10. Desarrollo de procesos, equipos, componentes para la producción de hidrógeno in situ a partir de bioalcoholes.</b>	Secundaria	Infraestructura Científica y Tecnológica y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
Se considera que existen numerosos trabajos en el campo de la transformación de bioalcoholes a hidrógeno. Pese a ello, este área de trabajo todavía necesita una fuerte inversión para mejorar el conocimiento, el diseño, la aplicación e integración de estos dispositivos en sistemas móviles. Por otro lado, consideran que la colaboración entre la empresa y los organismos de investigación en este campo deben de ser potenciados.			

# ANEXO: Acciones con prioridad secundaria y terciaria.

## Producción de H<sub>2</sub> a partir de EERR por Vía Distinta a la Electrolisis

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>11. Promoción de plantas para fabricación de catalizadores y membranas de aplicación en la producción de hidrógeno.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que la fabricación de membranas a nivel europeo está muy desarrollada pero no en España, donde únicamente se hacen labores de integración de membranas y no de fabricación.			
<b>12. Procesos de producción de hidrógeno a partir de bioetanol y glicerina.</b>	Terciaria	Proyectos I+D	Medio
Aunque existen numerosos trabajos en este campo, todavía no hay procesos comerciales rentables. Se resalta la necesidad de incidir en aquellos procesos que sean energéticamente más favorables, como el reformado en fase líquida. Para ello se considera que el desarrollo de los catalizadores es la pieza clave.			
<b>13. Procesos de producción de hidrógeno por procesos biológicos.</b>	Terciaria	Proyectos I+D	Medio
Hay varios grupos trabajando en este área en España, pero las cantidades de hidrógeno producido son bajas. Este proceso está unido a la biólisis.			

## Almacenamiento y distribución de H<sub>2</sub>

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>8. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de distribución y almacenamiento de hidrógeno para aplicaciones portátiles y de pequeña potencia.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Bajo
Se considera que aunque actualmente existen proyectos en marcha, España no dispone de tecnología propia y por tanto el conocimiento para su desarrollo industrial es insuficiente. Sin embargo, la posibilidad de implantar el hidrógeno en dispositivos de pequeño tamaño se ha considerado una acción prioritaria por la UE, y por tanto requiere una investigación específica en España.			
<b>9. Sentar bases y promover colaboraciones entre agentes involucrados para construir microrredes con producción de hidrógeno a partir de energías renovables, distribución, y uso.</b>	Secundaria	Fortalecimiento Institucional	Bajo
Se considera que aunque existen proyectos en marcha, el conocimiento en España para su desarrollo industrial es insuficiente. Se considera importante el desarrollo de esta acción ya que debe ser el punto de partida para iniciar el desarrollo de centros de almacenamiento de hidrógeno y de distribución.			
<b>10. En desarrollo de materiales de aplicación para almacenamiento de hidrógeno en sólidos: hidruros químicos y adsorción.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Alto
Se considera que se está realizando un gran esfuerzo en I+D en esta área, debido a que existen numerosos grupos de investigación en el área de almacenamiento en sólidos. Sin embargo, aunque la acción está bastante desarrollada, existe la necesidad de transferencia de este elevado potencial desarrollado por los investigadores a las empresas y centros tecnológicos, por lo que se considera necesario continuar dedicando esfuerzos en este sentido.			

Almacenamiento y distribución de H<sub>2</sub>

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>11. Desarrollo de nuevos materiales para el transporte de hidrógeno.</b>	Secundaria	Proyectos I+D	Medio
Actualmente se está llevando a cabo un gran esfuerzo en I+D, pero existe la necesidad de transferencia industrial de los desarrollos obtenidos. Se considera necesaria una capacitación técnica para hacer posible el desarrollo de nuevas aplicaciones.			
<b>12. Centros piloto de distribución y relleno de sistemas de almacenamiento de hidrógeno para portátiles y pequeños electrodomésticos.</b>	Secundaria	Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Bajo
Se considera que esta acción apenas está desarrollada (aunque existe alguna experiencia al respecto en el proyecto Hychain), y que por tanto son necesarios más proyectos de demostración.			
<b>13. Construcción de plantas de demostración: Bancos de pruebas, de procesos de producción de hidrógeno basado en la aplicación conjunta de energías renovables y electrolizador.</b>	Secundaria	Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Medio
Se considera que, aunque hay proyectos en marcha, la construcción de plantas de demostración todavía se encuentra en una etapa inicial. Concretamente se ha considerado que falta desarrollo de electrolizadores de alta potencia.			
<b>14. Desarrollo de una red de hidrogeneras, basadas en la red existente de gas natural con reformadores in situ, y otros tipos, que cubran el mercado posible de vehículos de hidrógeno.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que la acción apenas está desarrollada, ya que pese a que hay proyectos demostrativos para la conversión de la red de gas natural, no existe previsión para el desarrollo de una red de hidrogeneras.			
<b>15. Despliegue de microrredes de hidrógeno con interconexión entre ellas.</b>	Terciaria	Proyectos de I+D, Internalización del Sistema e Infraestructuras Científicas y Tecnológicas	Bajo
Actualmente no existe una red de hidrogeneras, existiendo únicamente cuatro hidrogeneras sin interconexión entre sí.			
<b>16. Desarrollo de aplicaciones basadas en mezclas hidrógeno/metano distribuidas en redes actuales de metano.</b>	Terciaria	Proyectos de I+D	Bajo
Pese a que existen estudios al respecto y las empresas energéticas han mostrado interés por el desarrollo de aplicaciones basadas en mezclas hidrógeno/metano distribuidas en redes actuales de metano, se considera que la acción está muy poco desarrollada y que se necesitan proyectos demostrativos.			
<b>17. Promover el desarrollo de instalaciones de licuefacción de hidrógeno.</b>	Terciaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que la acción está por desarrollarse, y que sería necesario realizar estudios de capacidad previos.			

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>4. En materiales para Componentes de Pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que existen pocos grupos trabajando en el área, y que es necesario generar información a partir de equipos en funcionamiento que permita mejorar los resultados de los equipos de investigación. Esta acción se considera fundamental para la introducción en el mercado las pilas de combustible.			
<b>5. Desarrollo de sistemas modulares de pilas flexibles a la demanda de potencia con optimización del mantenimiento y la fiabilidad.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera necesaria una optimización exhaustiva de la tecnología actual para promover el desarrollo de sistemas modulares de pilas flexibles a la demanda de potencia con optimización del mantenimiento y la fiabilidad..			
<b>6. Impulso a otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Motores de combustión interna.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Aunque existan algunos grupos de investigación trabajando en este área, se considera necesario el impulso de proyectos de aprovechamiento de la energía excedente para promover el desarrollo de esta acción.			
<b>7. De desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes en adaptaciones de motores de combustión a hidrógeno como combustible.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Se considera que, aunque existen soluciones tecnológicas, actualmente existen muy pocos grupos de investigación en este área. Así mismo, se considera interesante identificar empresas piloto del sector industrial para cubrir la totalidad de componentes y materiales.			
<b>8. De desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes en almacenamiento de hidrógeno en vehículos.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Se considera que aunque existen pocos grupos trabajando en el área, actualmente, el mercado ofrece un amplio espectro de soluciones. Se resalta la necesidad de homologar equipos con estándares internacionales.			
<b>9. De desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes en motores de hidrógeno basado en ciclo adaptado y basados en ciclos híbridos.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que esta acción apenas está desarrollada, y que apenas existen grupos de investigación en este ámbito. El sector industrial debería dedicar esfuerzos en la investigación en esta área.			
<b>10. De desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes, en la adaptación de periféricos, de medidas de seguridad y sistemas auxiliares para el uso de motores de combustión interna y turbinas de gas con hidrógeno.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Apenas existen grupos trabajando en el área, por lo que se considera necesario dedicar más esfuerzos al desarrollo de esta acción.			

## Transporte: vehículos e infraestructuras

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>11. De desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes en control y regulación electrónica de mezclas para el uso de hidrógeno en motores.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Se ha considerado importante la identificación de nuevos componentes y de aquellos que requieran adaptación al nuevo proceso de cara a desarrollar esta acción.			
<b>12. De desarrollo de procesos, equipos y principalmente de componentes en motores de combustión interna en gamas modulares para uso del hidrógeno como excedente.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Esta acción apenas está desarrollada en España, y se considera necesario el impulso a proyectos de aprovechamiento de energía excedente. Se considera interesante identificar un caso específico con excedentes de hidrógeno en plantas de refino de petróleo que permitiese desarrollar esta acción.			
<b>13. Procesadores de combustible para generación a bordo de hidrógeno en transporte de naval, aeronáutico, ferroviario.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Esta acción apenas está desarrollada en España, y se considera necesario el impulso a proyectos de aprovechamiento de energía excedente. Se considera interesante identificar un caso específico con excedentes de hidrógeno en plantas de refino de petróleo que permitiese desarrollar esta acción.			

## Usos del H<sub>2</sub> : aplicaciones estacionarias

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>5. En sistemas y componentes auxiliares para la integración de pilas de combustible en unidades de suministro de energía: Sistemas auxiliares, integración como sistemas auxiliares de alimentación y en propulsión de vehículos. Electrónica de potencia para regulación.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Medio
Se considera que actualmente existe desarrollo industrial en esta área, pero que es necesario adecuar esta tecnología a las pilas de combustible.			
<b>6. Integración de pilas de combustible en ciclos termodinámicos para aumento de eficiencia global.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D y Fortalecimiento Institucional	Medio
<b>7. Desarrollo de sistemas modulares de pilas flexibles a la demanda de potencia con optimización del mantenimiento y la fiabilidad.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica y Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que pese a que esta acción podría abrir posibilidades al mercado del hidrógeno y de las pilas de combustible, actualmente existe poco esfuerzo dedicado a la optimización de las pilas para suplir la demanda potencial.			

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>8. De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de aprovechamiento del calor residual de pilas de combustible</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que no hay suficientes esfuerzos dedicados al aprovechamiento del calor residual de las pilas de combustible. Por otro lado, se ha resaltado que la cogeneración con pila de combustible debería tener un marco legislativo diferenciado.			
<b>9. Inicio de proyectos significativos o de demostración de edificios autosuficientes energéticamente, con captación de energía, almacenamiento de hidrógeno y generación por pilas de combustible.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
Se considera que existe la necesidad de proyectos nacionales en esta temática que contemple la autosuficiencia global. Actualmente no existen instalaciones piloto en edificios.			
<b>10. Optimización de pilas de combustible para uso residencial. Mejora de respuesta como unidades auxiliares de potencia.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se considera que existen avances en la optimización de las pilas, pero falta esfuerzo de cara a su adecuación al uso residencial. Se trata de un área poco explotada.			
<b>11. En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Turbinas de gas con hidrógeno como combustible.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que existe poca investigación relacionada con este área, teniendo en cuenta que se considera que las turbinas han de jugar un papel importante en la transición hacia la economía del hidrógeno. Este tipo de actuaciones favorece la diversificación de la economía del hidrógeno.			
<b>12. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptaciones de turbinas de gas con hidrógeno como combustible.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica y Proyectos de I+D	Bajo
Se considera la necesidad de proyectos nacionales en esta temática, debido a que se considera que las turbinas con hidrógeno han de jugar un papel importante. Consideran que este área no está explotada suficientemente.			
<b>13. Automatización generalizada de la integración de las pilas de combustible e hidrógeno en sistemas autónomos.</b>	Secundaria	Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica y Fortalecimiento Institucional	Medio
Se considera que existe actividad en este área, aunque es necesario un mayor desarrollo y profundización en la automatización de estos sistemas.			
<b>14. Desarrollo de pilas de combustible reversibles</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Nulo
Los miembros del grupo consideran que no existe actualmente actividad en este área, que sin embargo consideran estratégica. Consideran que se trata de una apuesta más a largo plazo.			
<b>15. En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Motores de combustión interna.</b>	Secundaria	Fortalecimiento Institucional y de Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
Se considera que existe poco desarrollo en esta área. Consideran que existe la necesidad de desarrollos de motores alternativos de combustión interna de cara a etapas de transición hacia las tecnologías de las pilas de combustible.			
<b>16. Estudios de mezclas hidrógeno/metano en redes actuales de distribución de metano, y sus aplicaciones en motores de combustión interna.</b>	Secundaria	Fortalecimiento Institucional	Bajo
Se considera que existe poco desarrollo al respecto. Por otro lado, se considera que debería ser un paso previo entre los motores de combustión interna alimentados por gas natural y los alimentados por hidrógeno puro.			

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>17. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptaciones de motores de combustión a hidrógeno como combustible.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Nulo
Este campo tecnológico se encuentra inactivo, por ello se considera que este área debería ser reactivado.			
<b>18. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Almacenamiento de hidrógeno en vehículos.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
No existe suficiente actividad en esta área, la cual se considera que tiene una gran importancia de cara a la futura comercialización de estas tecnologías en el sector transporte.			
<b>19. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Motor de hidrógeno basado en ciclo adaptado y basados en ciclos híbridos.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D, Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica y Fortalecimiento Institucional	Bajo
Esta acción está poco desarrollada y sería necesaria una etapa de transición previa al desarrollo de motores de hidrógeno basados en ciclos adaptados y ciclos híbridos.			
<b>20. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptación de periféricos y de medidas de seguridad para el uso de motores de combustión interna y turbinas de gas con hidrógeno.</b>	Terciaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Medio
Aunque se considera que existe conocimiento al respecto derivado de otros usos del hidrógeno, se resalta la falta de desarrollo que existe en esta área, más teniendo en cuenta que el desarrollo de estos procesos tiene una gran importancia de cara a una etapa de transición hacia la economía del hidrógeno y de las pilas de combustible.			
<b>21. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Control y regulación electrónica de mezclas para el uso de hidrógeno en motores.</b>	Terciaria	Proyectos de I+D y Infraestructura Científica y Tecnológica	Bajo
Existe conocimiento al respecto derivado de otros usos del hidrógeno, aunque se resalta la falta de desarrollo que existe en este área, más teniendo en cuenta que el desarrollo de estos procesos tiene una gran importancia de cara a una etapa de transición hacia la economía del hidrógeno y de las pilas de combustible.			
<b>22. Desarrollo de procesos, equipos, componentes: Motores de combustión interna en gamas modulares para uso del hidrógeno como excedente.</b>	Terciaria	Proyectos de I+D y Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica	Bajo
No hay actividad al respecto, aunque se considera un área importante. Existe conocimiento derivado de otros usos del hidrógeno.			

## Usos del H<sub>2</sub> : aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico

ACCIÓN	PRIORIDAD	LIA	GRADO DE COBERTURA
<b>8. Desarrollo de sistemas a nivel nacional.</b>	Secundaria	Proyectos de I+D	Bajo
Aunque actualmente existen 2-3 empresas en España trabajando en el área, se considera que hay que dedicar más esfuerzos al desarrollo de sistemas modulares de pilas flexibles a la demanda de potencia, debido principalmente a que a día de hoy no existe tecnología propia. Se considera que debe ser la propia industria energética la que mejore su oferta de mercado.			
<b>9. Desarrollo de pilas reversibles.</b>	Terciaria	Proyectos de I+D	Bajo
Se trata de una tecnología poco madura y no existen iniciativas al respecto. Su desarrollo se considera importante ya que podría mejorar la incorporación de pilas de combustible en nuevas aplicaciones. Actualmente a nivel nacional no hay desarrollo.			

## I+D+i en H<sub>2</sub> Acciones Prioritarias



Asociación Española del Hidrógeno  
Secretaría Técnica de la PTE HPC



[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



## Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible

Sector Embarcaciones 24, local 5  
28760 Tres Cantos, Madrid

[info@ptehpc.org](mailto:info@ptehpc.org)  
[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)