



¿ Hacia la economía del Hidrógeno ?

Antonio González García-Conde

*Director Departamento Aerodinámica y Propulsión - INTA
Presidente de la Asociación Española del Hidrógeno*



FORO IBERDROLA

DE PENSAMIENTO ACTUAL

Desarrollo Sostenible y Energía

(Madrid, 15 de ABRIL de 2004)



¿ Hacia la economía del Hidrógeno ?

Contenido

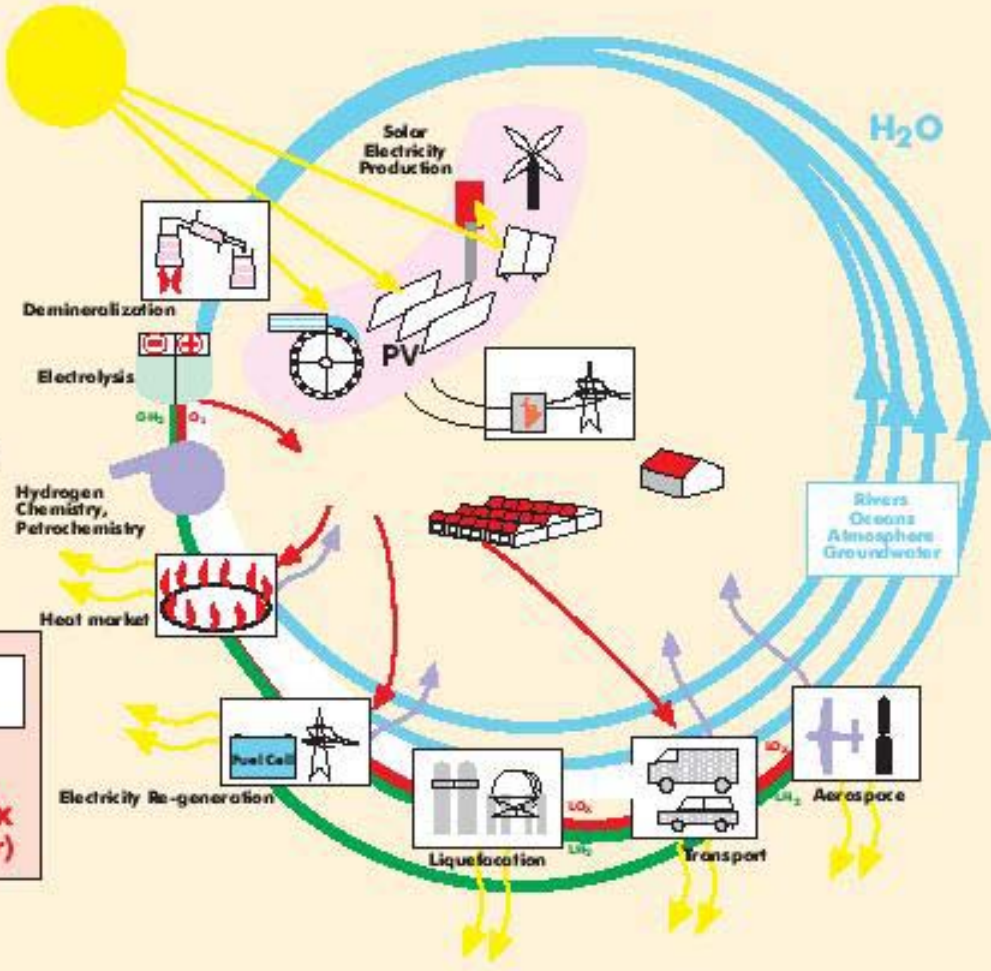
- La Economía del Hidrógeno.
- Producción de Hidrógeno.
- Almacenamiento de Hidrógeno.
- La Transición hacia el Hidrógeno:
 - IPHE.
 - EU H2/FC Technology Platform.
- La situación en España.



La Economía del Hidrógeno

Solar Hydrogen: A CLOSED LOOP Energy Carrier

**Inexhaustible,
Environmentally Harmless,
Safe *)**



*) proper handling preassumed



La Economía del Hidrógeno

La visión de la economía del H_2 se basa en la expectativa de que el hidrógeno pueda producirse a partir de recursos domésticos, de forma económica y medioambientalmente aceptable y en que las tecnologías de uso final del hidrógeno ganen una cuota de mercado significativa.

En la medida que se alcancen estas expectativas, una economía del hidrógeno beneficiará al mundo proporcionando:

- ✓ Mayor seguridad energética.
 - ✓ Mayor calidad medioambiental.
- Alcanzar este objetivo requiere superar muchos desafíos técnicos, sociales y políticos.



La Economía del Hidrógeno

Motivaciones

- ✓ Reducción de las emisiones de CO_2 .
- ✓ Reducción de la dependencia de fuentes de energía inseguras.



Producción de Hidrógeno.



Producción de Hidrógeno

El Hidrógeno es un portador de energía, no es un recurso



El H₂ tiene que producirse a partir de unos recursos (agua, fósiles, biomasa) y consumiendo una energía primaria.



Procesos

• Nuclear:

*Electrólisis
Termólisis*

• Renovable:

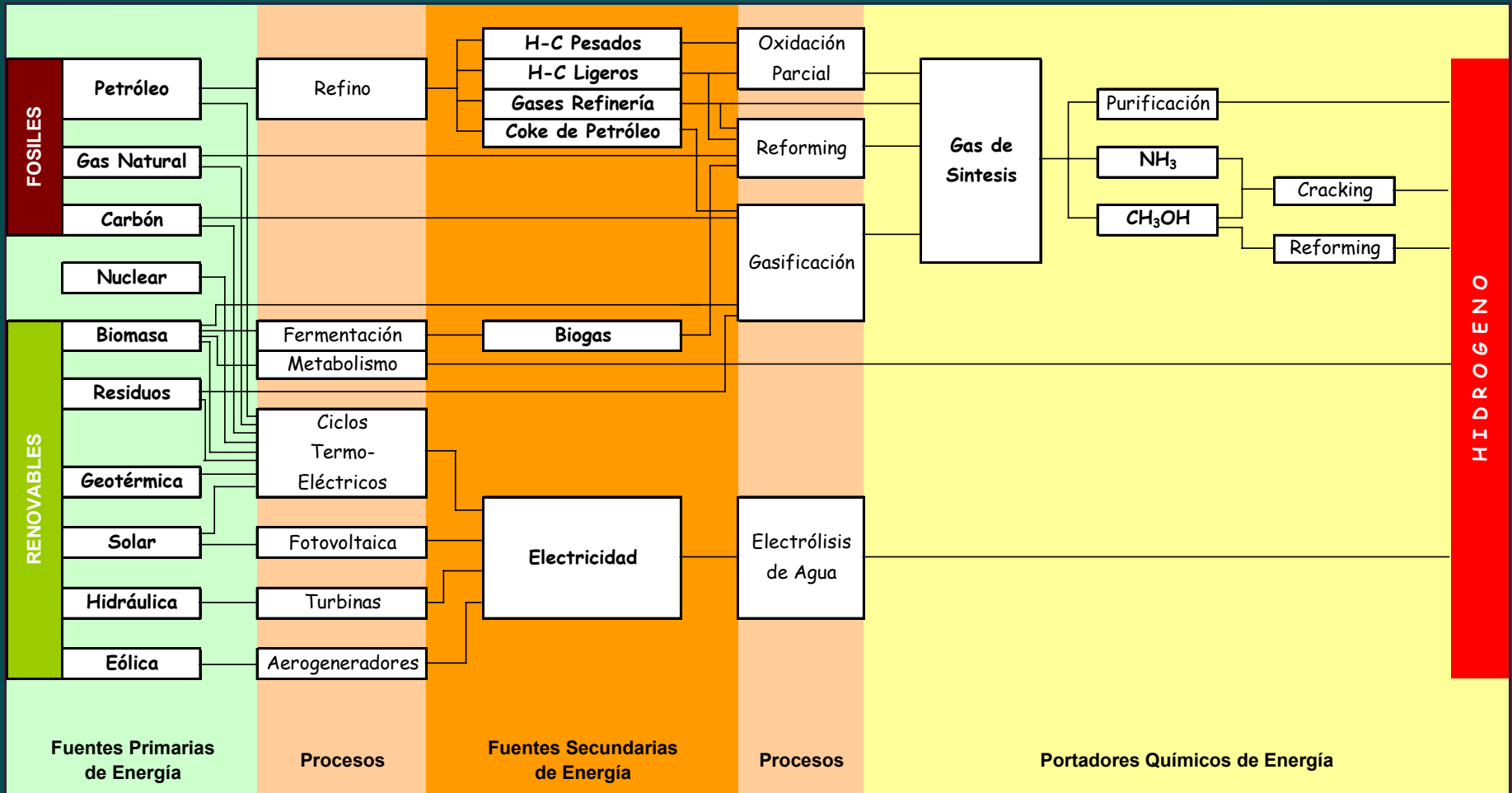
*Electrólisis
Gasificación
Fotólisis*

• Fósil:

*Steam reforming
Oxidación Parcial
Gasificación*



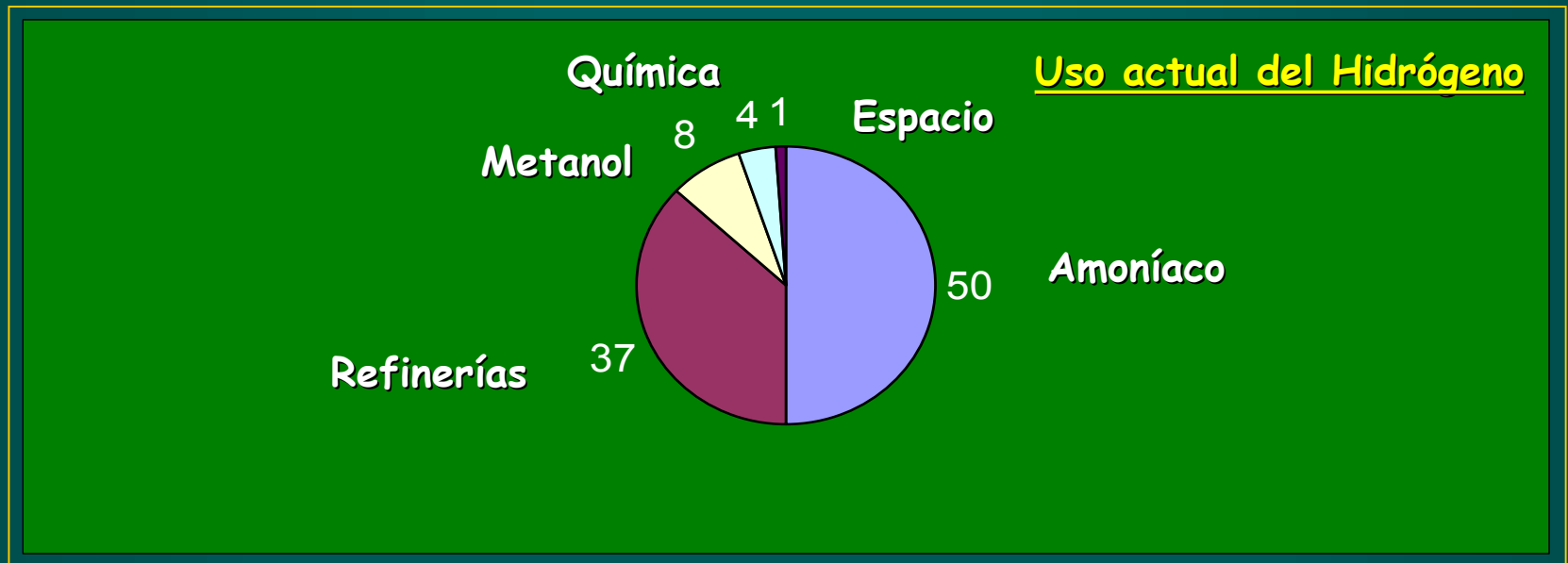
Producción de Hidrógeno





El Hidrógeno en la Actualidad

Prácticamente el 95% del hidrógeno que se usa en la actualidad se produce a partir de combustibles fósiles



Está emergiendo el uso del hidrógeno como componente principal en un sistema de energía sostenible y limpio.



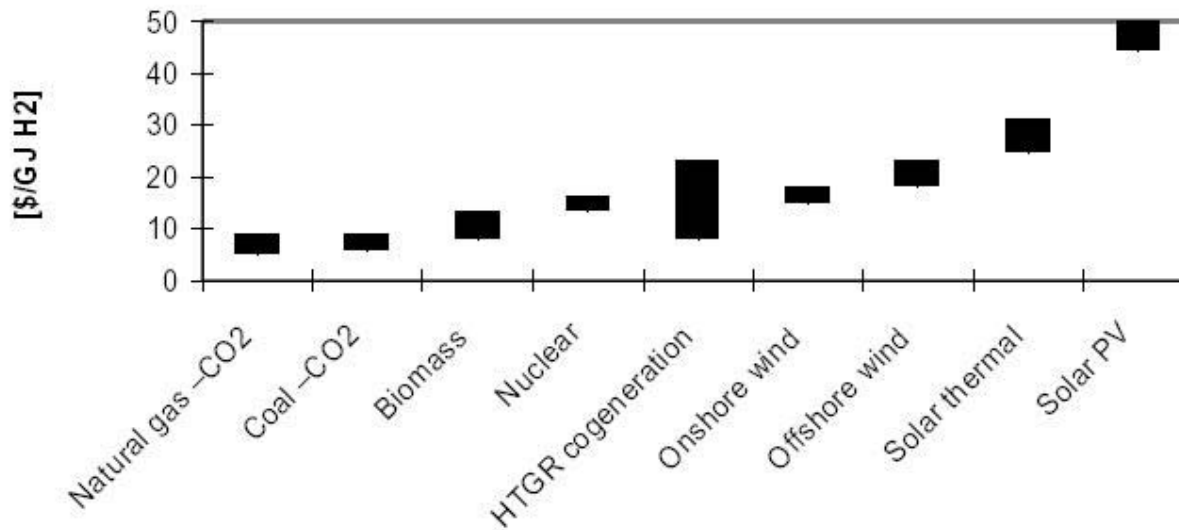
El Hidrógeno en la Actualidad

Tecnologías de Producción del Hidrógeno

- Reformado de Vapor de Gas Natural: > 75%
- Oxidación Parcial de Nafta y Carbón: 20%
- Electrólisis de Agua: < 5%



H₂ production cost (CO₂-free options only)





Almacenamiento de Hidrógeno.



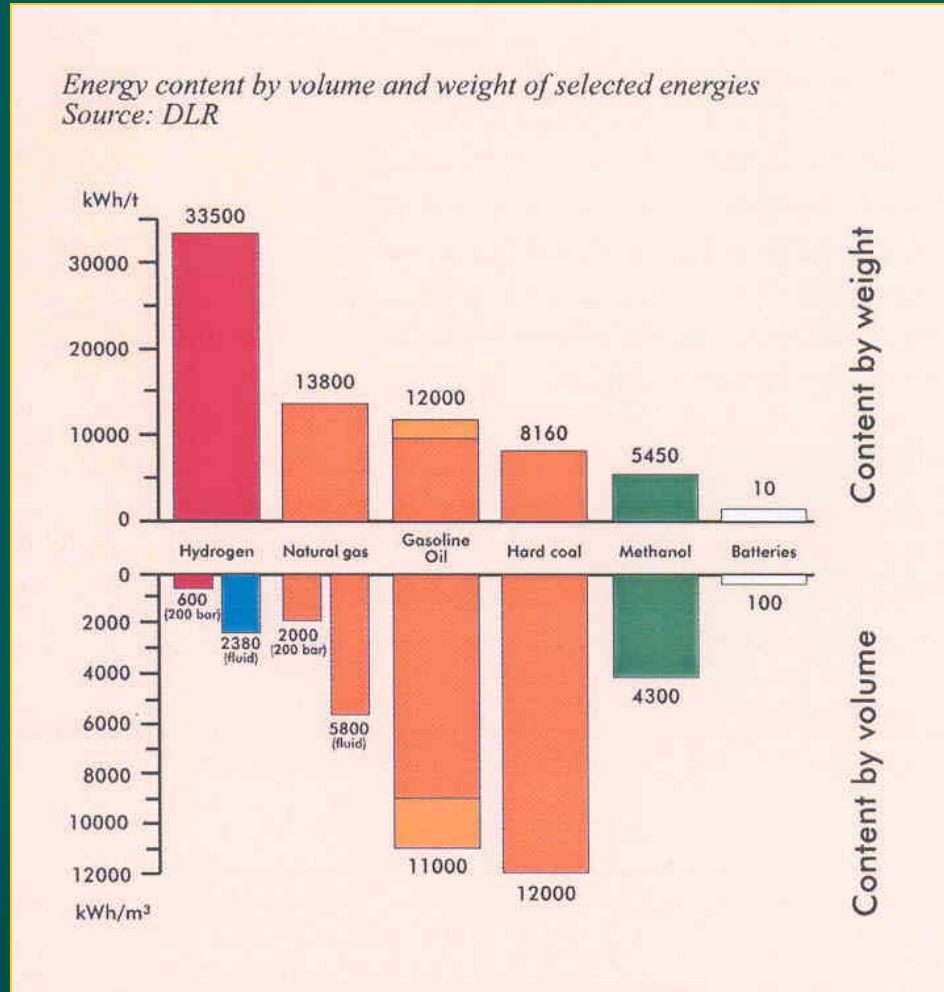
Características del Hidrógeno

Propiedad	H₂	Metano	Propano	Gasolina
Poder Calorífico Inferior (MJ/kg)	120	50	46.3	44.5
Densidad (kg/Nm ³)	0.0899	0.72	1.87	0.73 (kg/l)
Poder Calorífico Inferior (MJ/m ³)	10.79	35.9	86.58	31.67 (MJ/l)



Almacenamiento de Hidrógeno.

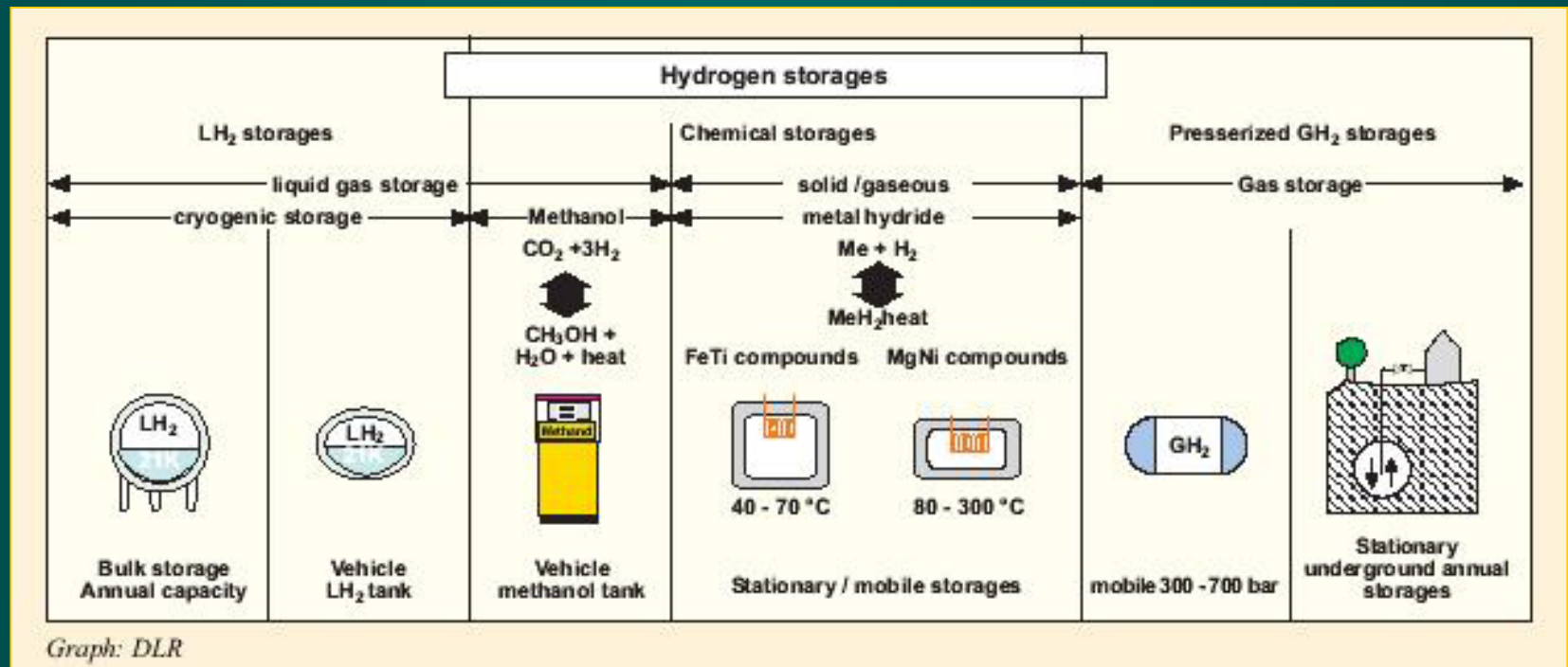
Contenidos energéticos por unidad de peso y volumen.





Almacenamiento de Hidrógeno.

- Gas comprimido.
- Líquido.
- Hidruros metálicos.
- Materiales de C.
- Compuestos químicos.
- Nuevos mat nano-estructurados.





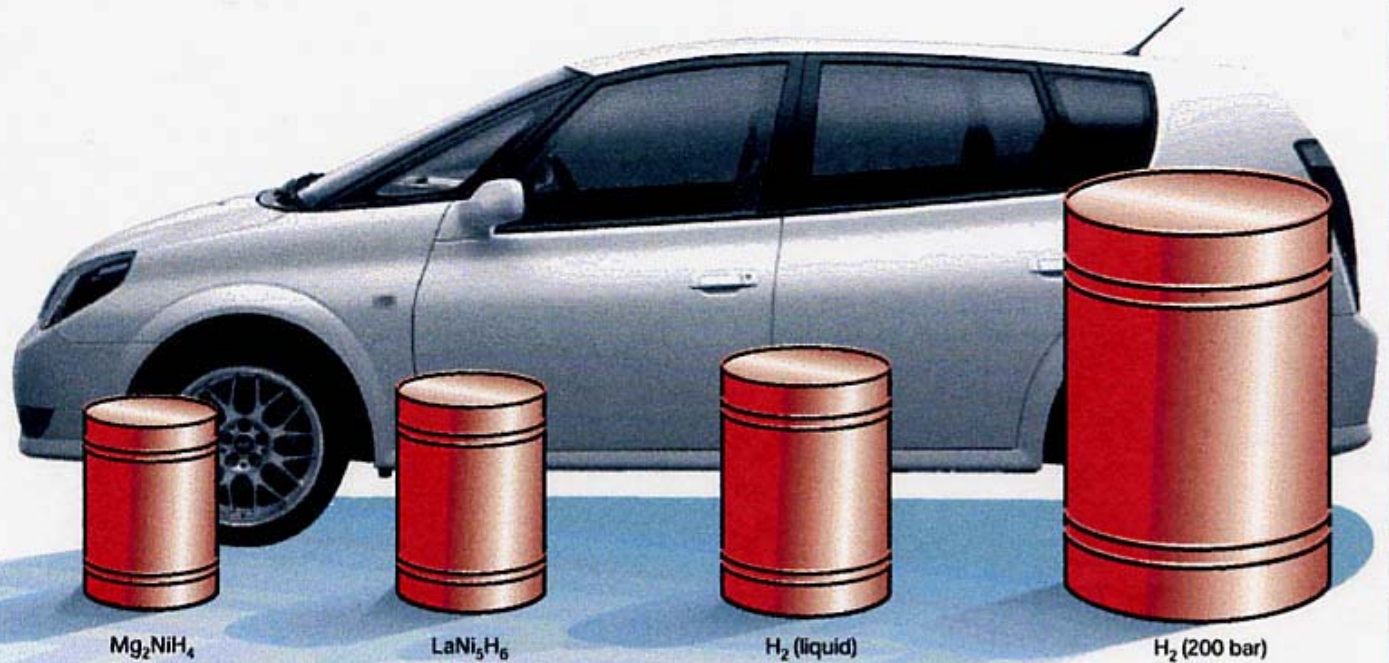
El problema del almacenamiento de H_2 en el Sector Transporte.



Almacenamiento del Hidrógeno

Comparación del Volumen de Almacenamiento de 4 kg H₂ en un vehículo

Figure 1 Volume of 4 kg of hydrogen compacted in different ways, with size relative to the size of a car. (Image of car courtesy of Toyota press information, 33rd Tokyo Motor Show, 1999.)



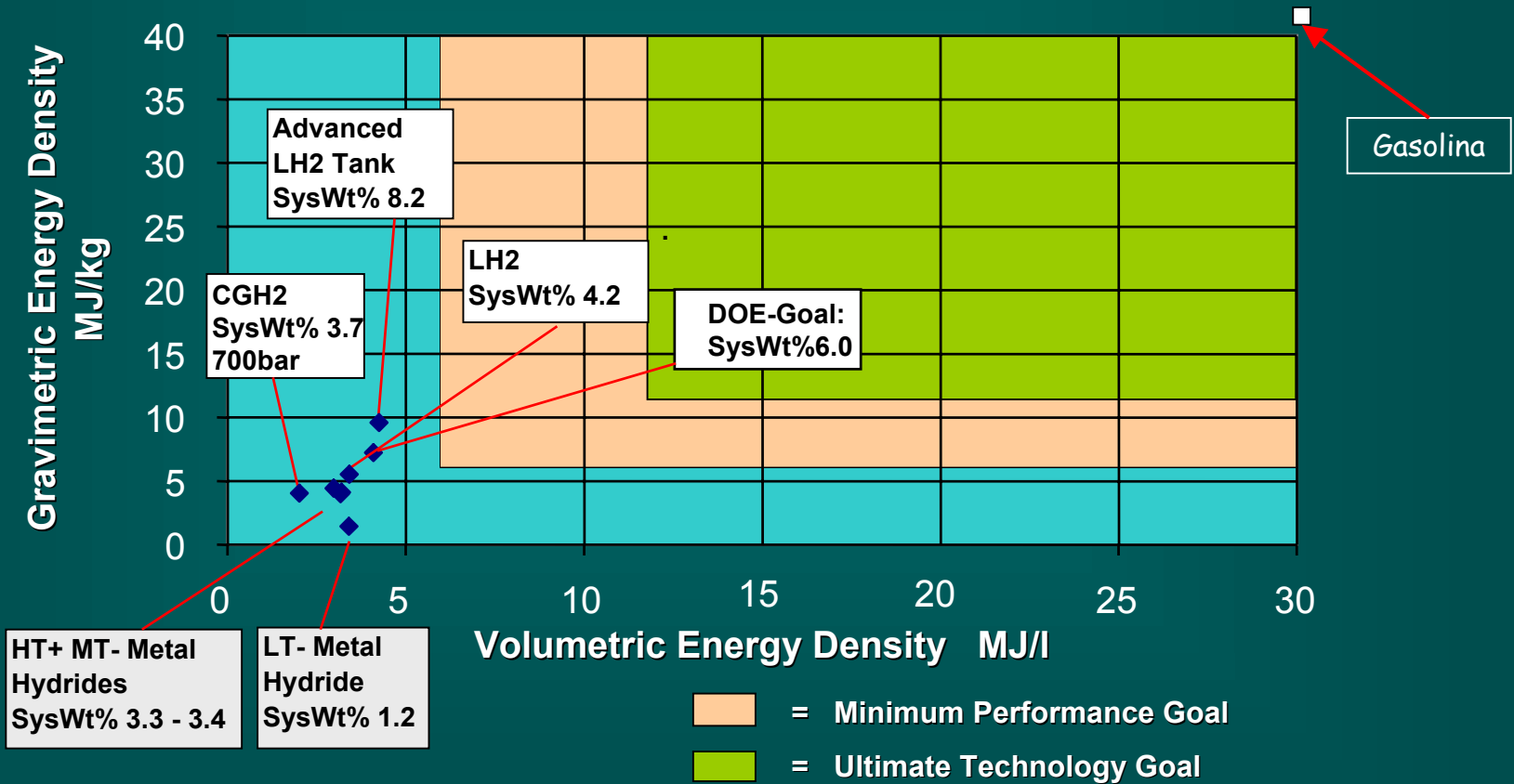
Schlapbach & Züttel, Nature, 15 Nov. 2001



Almacenamiento del Hidrógeno

General Motors

Gravimetric Energy Density vs. Volumetric Energy Density of Fuel Cell Hydrogen Storage Systems

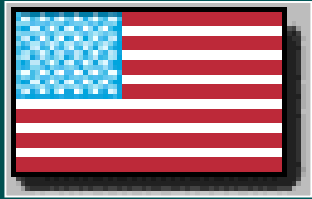




La transición hacia el Hidrógeno



Programas del Hidrógeno en el Mundo



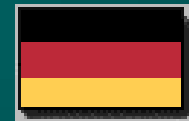
IPHE

International Partnership for the
Hydrogen Economy



EU TP H-FC

European Union Technology Platform on
Hydrogen and Fuel Cells



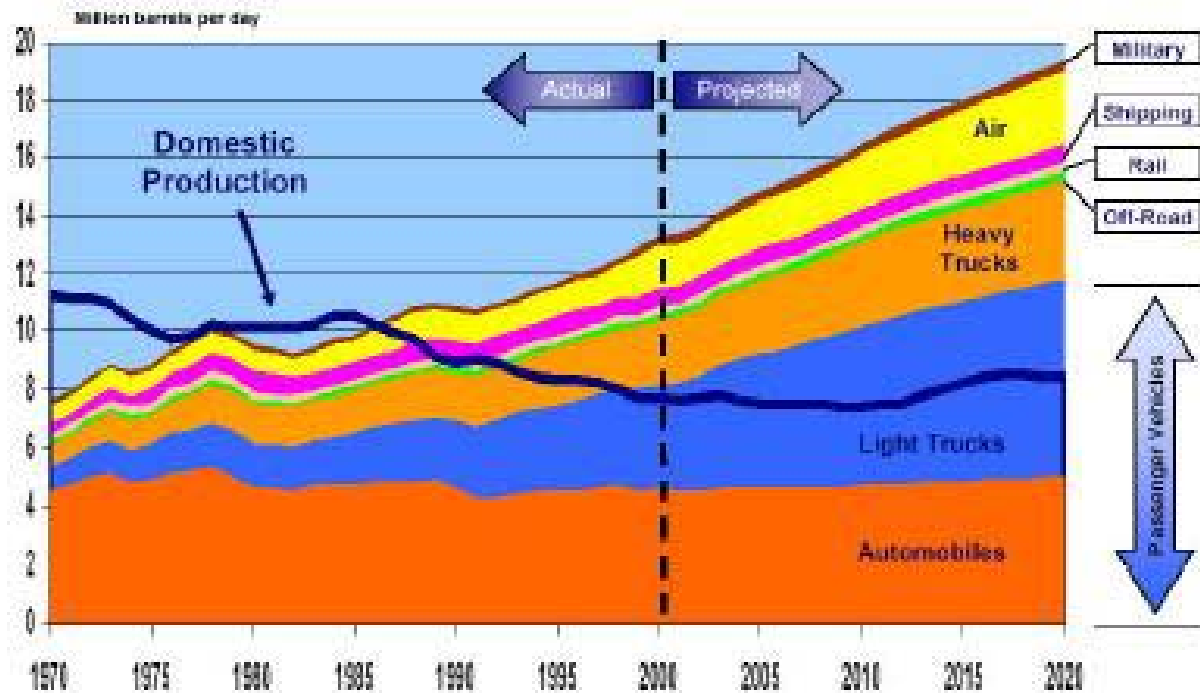


El Hidrógeno y las Pilas de Combustible en USA



U.S. Department of Energy
Energy Efficiency and Renewable Energy

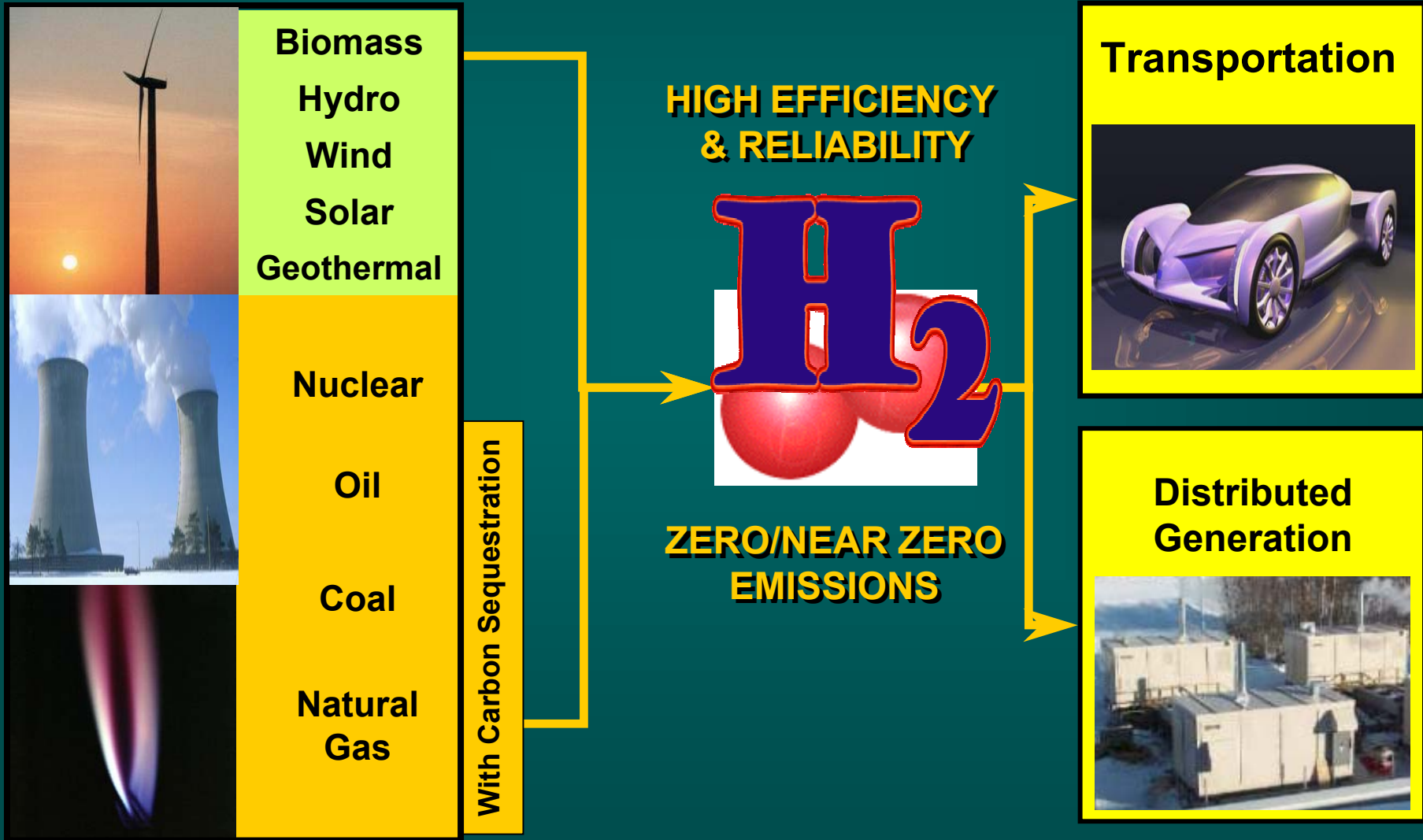
Trends in U.S. Oil Demand





Why Hydrogen?

It's abundant, clean, efficient, and can be derived from diverse domestic resources.

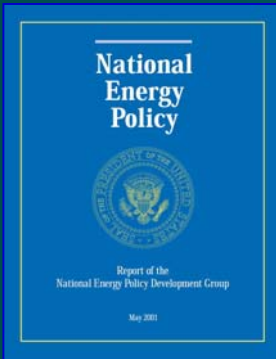




FreedomCAR and Hydrogen Fuel Initiative Timeline



The President's Hydrogen Initiative



May '01

November '01

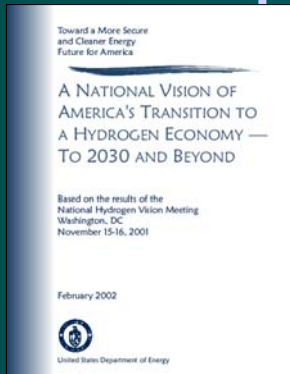
January '02

November '02

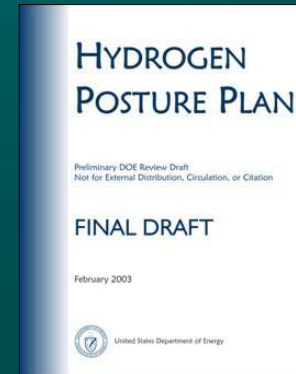
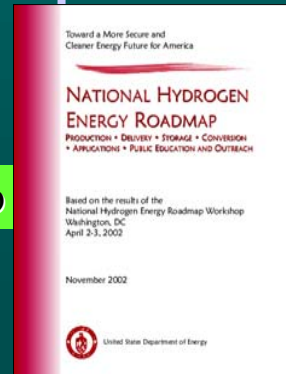
January '03

February '03

November '03



Hydrogen Vision and Roadmap



IPHE Ministerial

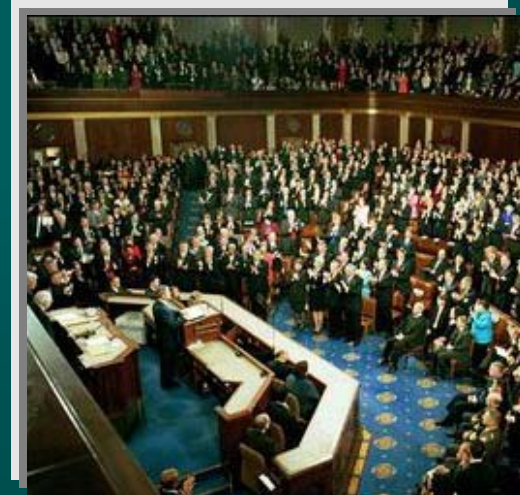


President Bush Launches the Hydrogen Fuel Initiative

"Tonight I am proposing \$1.2 billion in research funding

"With a new national commitment, our scientists and engineers will overcome obstacles to taking these cars from laboratory to showroom so that the first car driven by a child born today could be powered by hydrogen, and pollution-free.

**President George W. Bush
2003 State of the Union Address
January 28, 2003**





President's Hydrogen Fuel Initiative Complements FreedomCAR



On January 9, 2002, Energy Secretary Abraham announced the FreedomCAR Partnership

FreedomCAR (Cooperative Automotive Research) is a partnership between DOE and the U.S. Council for Automotive Research, a cooperative endeavor among DaimlerChrysler, Ford, and GM to conduct pre-competitive, high-risk, high-payoff research into advanced automotive technologies.

By catalyzing the simultaneous development of both the hydrogen-fueled vehicles through FreedomCAR, and the necessary hydrogen production and refueling infrastructure through the President's Hydrogen Initiative, government leadership will help advance commercialization of hydrogen fuel cell vehicles and infrastructure by 15 years, from approximately 2030 to 2015.



FreedomCAR and Fuel Initiative



U.S. Department of Energy
Energy Efficiency and Renewable Energy

The President's Hydrogen Initiative

The President's FY04 Budget Request for FreedomCAR and Hydrogen Fuel Initiatives

Organization	Million \$
Hydrogen, Fuel Cells & Infrastructure Technologies Program (EERE)	165.5
FreedomCAR and Vehicle Technologies Program (EERE)	91.1
Office of Fossil Energy (FE)	11.5
Office of Nuclear Energy, Science and Technology (NE)	4.0
Department of Transportation (RSPA)	0.7
<i>Total</i>	<i>272.8</i>

The International Partnership for the Hydrogen Economy (IPHE)



U.S. Department of Energy



IPHE Vision

“The vision of the International Partnership for the Hydrogen Economy is that a participating country’s consumers will have the practical option of purchasing a competitively priced hydrogen powered vehicle, and be able to refuel it near their homes and places of work, by 2020.”



**Secretary of Energy Spencer Abraham,
April 28, 2003**



Partnership Goal

Efficiently organize, evaluate and coordinate multinational research, development and deployment programs that advance the transition to a global hydrogen economy.





IPHE

International Partnership for the Hydrogen Economy

Conferencia Ministerial

(Washington, 20-21 noviembre 2003)

Países participantes

Alemania

Australia

Brasil

Canadá

China

Comisión Europea

Estados Unidos

Francia

Islandia

India

Italia

Japón

Noruega

Reino Unido



DOE Hydrogen RD&D Plan

Líneas principales (1/3)

1. Desarrollo de vehículos a pila de combustible:

I+D para facilitar los avances en reducción de costes de pilas, durabilidad de materiales y sistemas de almacenamiento a bordo.

2. Generación distribuida de hidrógeno:

I+D en reformadores de GN a pequeña escala, electrólisis y nuevos conceptos de sistemas de producción de hidrógeno.



DOE Hydrogen RD&D Plan

Líneas principales (2/3)

3. Análisis de infraestructuras:

Acelerar e incrementar los esfuerzos en análisis y modelizado de sistemas de suministro de hidrógeno para desarrollar opciones y guiar la I+D en el desarrollo de infraestructuras a gran escala.

4. Tecnologías energéticas libres de CO₂:

- Hidrógeno con energía eólica para fase de transición y posiblemente largo plazo.
- Investigación fundamental en producción de hidrógeno foto-biológica, foto-electroquímica y procesos nucleares térmicos.




DOE Hydrogen RD&D Plan

Líneas principales (3/3)

5. "Carbon sequestration":

- Acelerar el desarrollo y la evaluación temprana de la captura y confinamiento de CO_2 .
- Continuar el proyecto FutureGen como una actividad de alta prioridad.

The background of the slide is a dark blue rectangle with a white border. In the center, there is a circular arrangement of twelve yellow five-pointed stars, which is the flag of the European Union. The text is overlaid on this background.

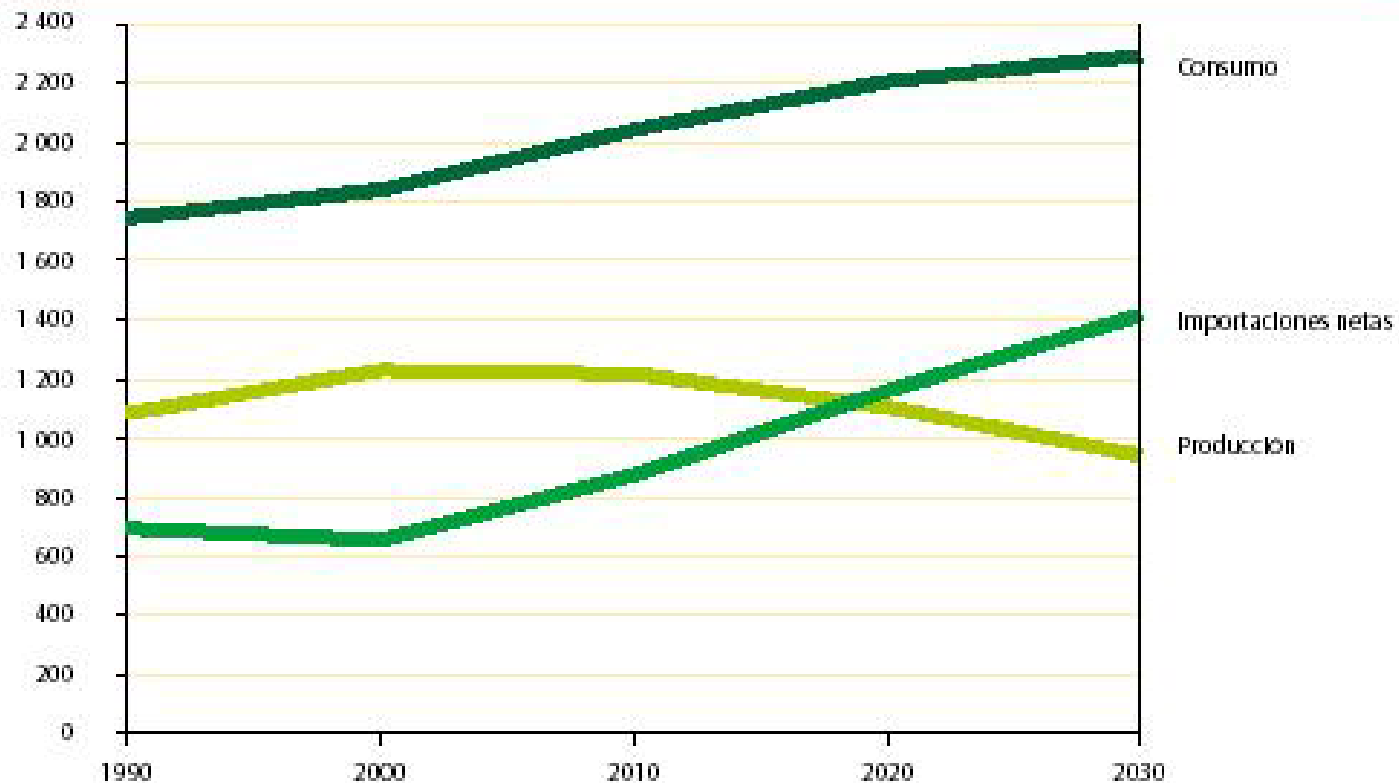
El Hidrógeno y las Pilas de Combustible en Europa



Libro Verde

Dependencia exterior de la Unión

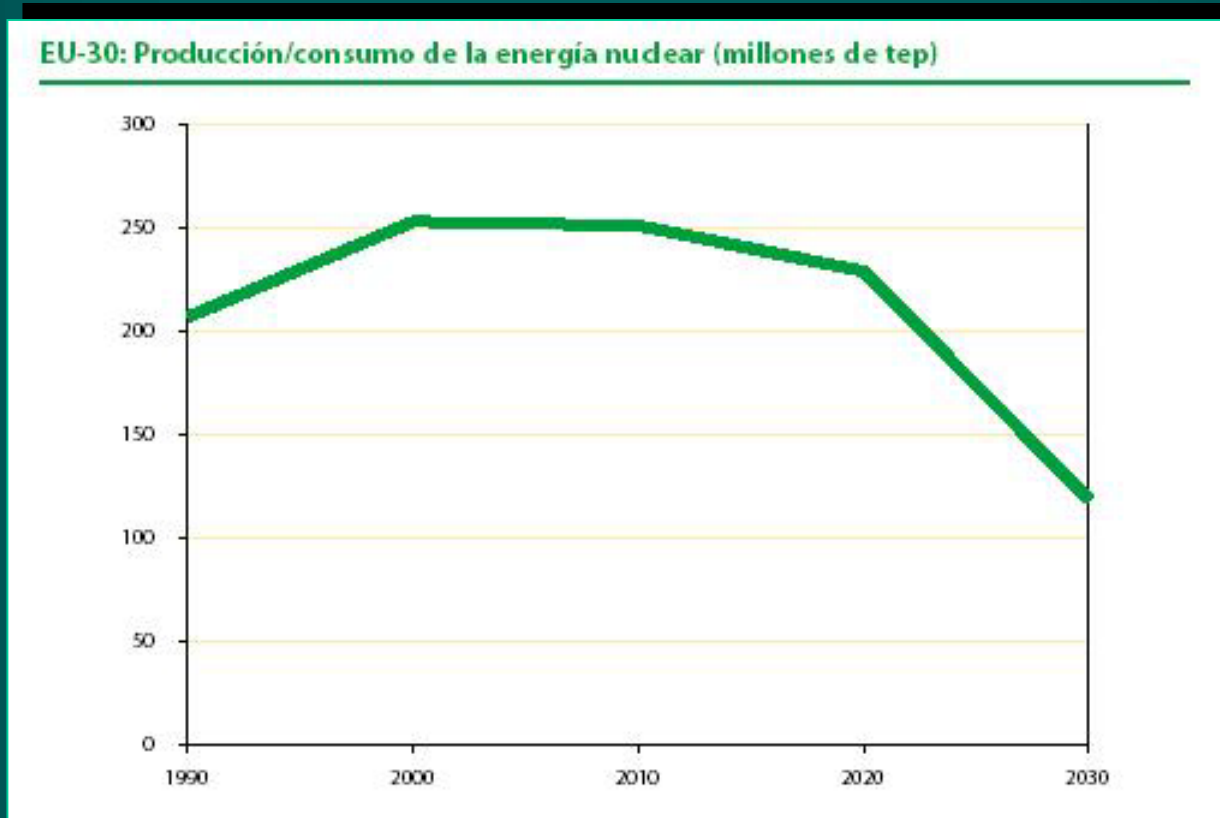
EU-30: Balance energético (millones de tep)





Libro Verde

"Los malqueridos": La energía nuclear



"La energía nuclear, una energía en entredicho."



Libro Verde

"Los malqueridos": Los combustibles sólidos

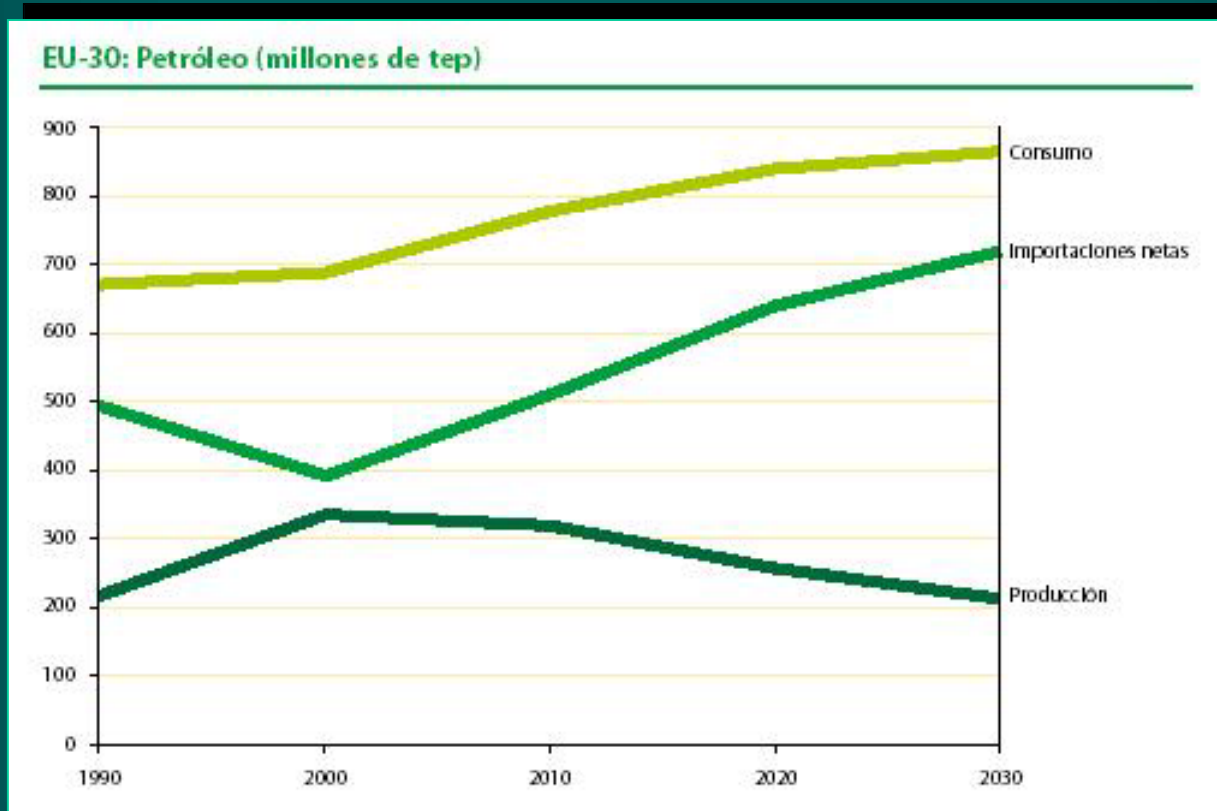


"El carbón, un pasado glorioso."... ¿ y el futuro ?



Libro Verde

"Siempre mimado": El petróleo

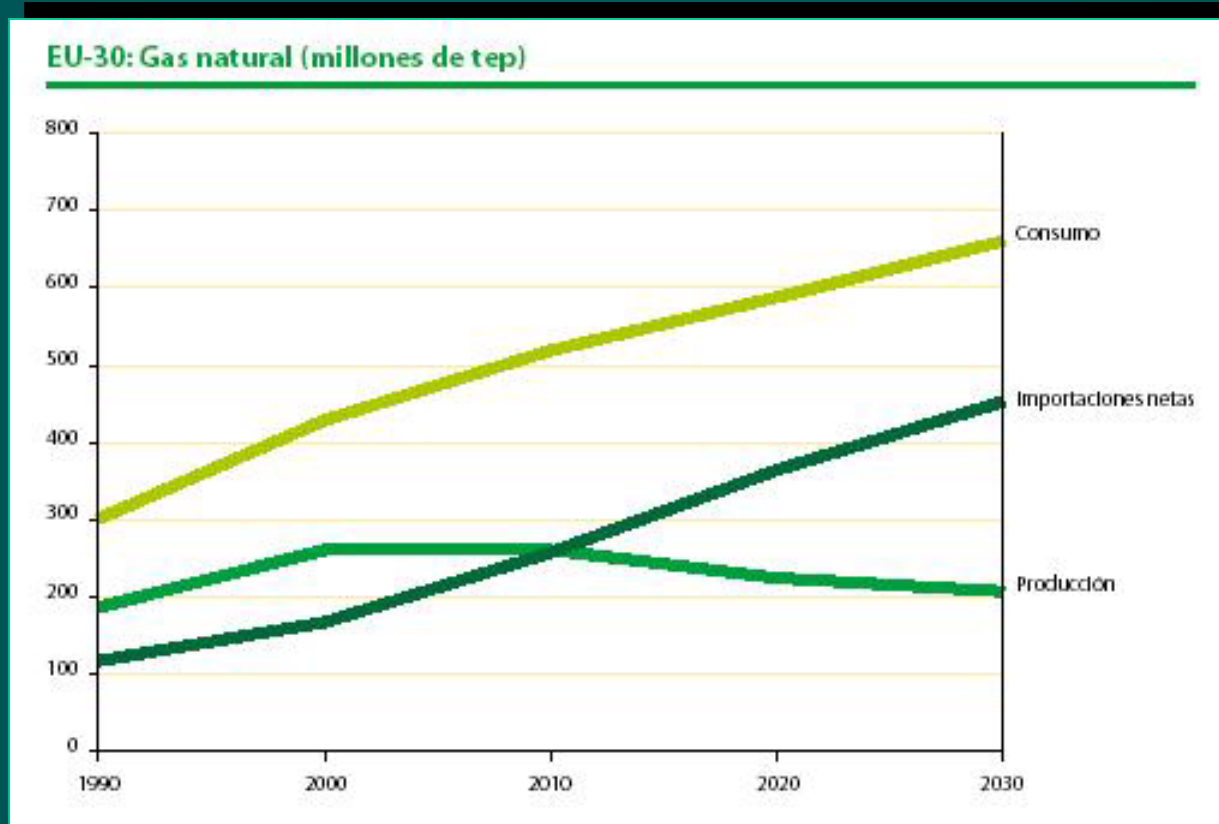


"La dependencia y geopolítica petrolera y el efecto de los precios."



Libro Verde

"Los cortejados": El gas natural



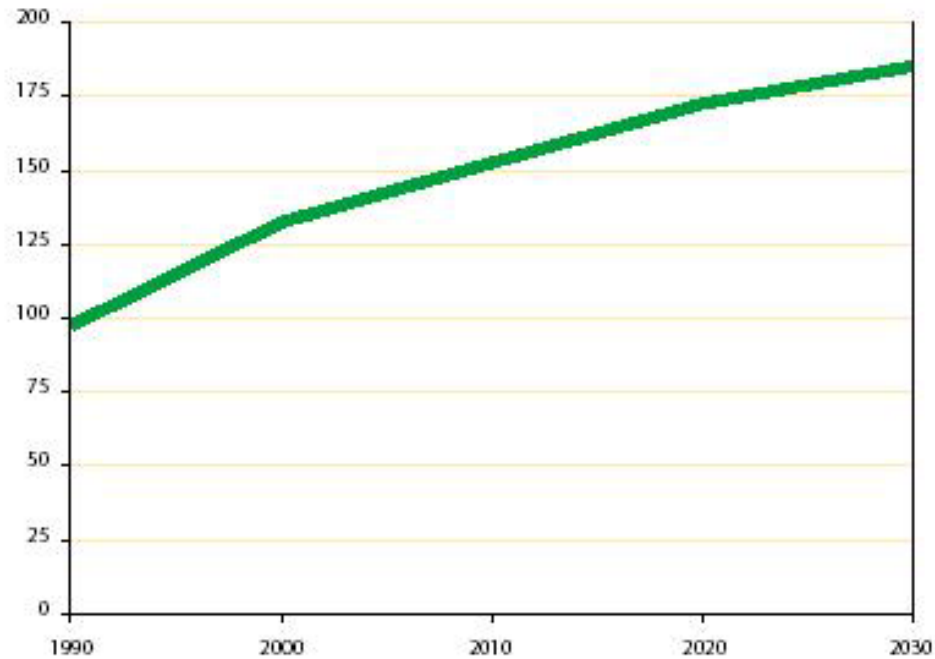
"Hacia una nueva dependencia"



Libro Verde

"Los cortejados": Energías nuevas y renovables

EU-30: Producción/consumo de energías renovables (millones de tep)



"Una prioridad política."



Política Europea en Energía. Acciones

• Plan de acción en Eficiencia Energética.

- Incrementar la eficiencia energética un 18% en 2010.
- Incrementar cuota participación de la Cogeneración: 12% en 2010.

• Libro Verde de las Energías Renovables:

- Doblar la cuota de las renovables del 6 al 12% de la energía final.

• Libro Blanco del Transporte:

- Alcanzar una cuota del 20% en combustibles alternativos para 2020.

• Comunicado sobre Combustibles Alternativos:



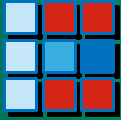
- H_2 : Alcanzar cuota del 5% en combustibles de transporte para 2020.







and Fuel Cells



Alternative Fuels
Contact Group

TES
Transport Energy
Strategy

  
HyNet
European Thematic Network
on Hydrogen Energy

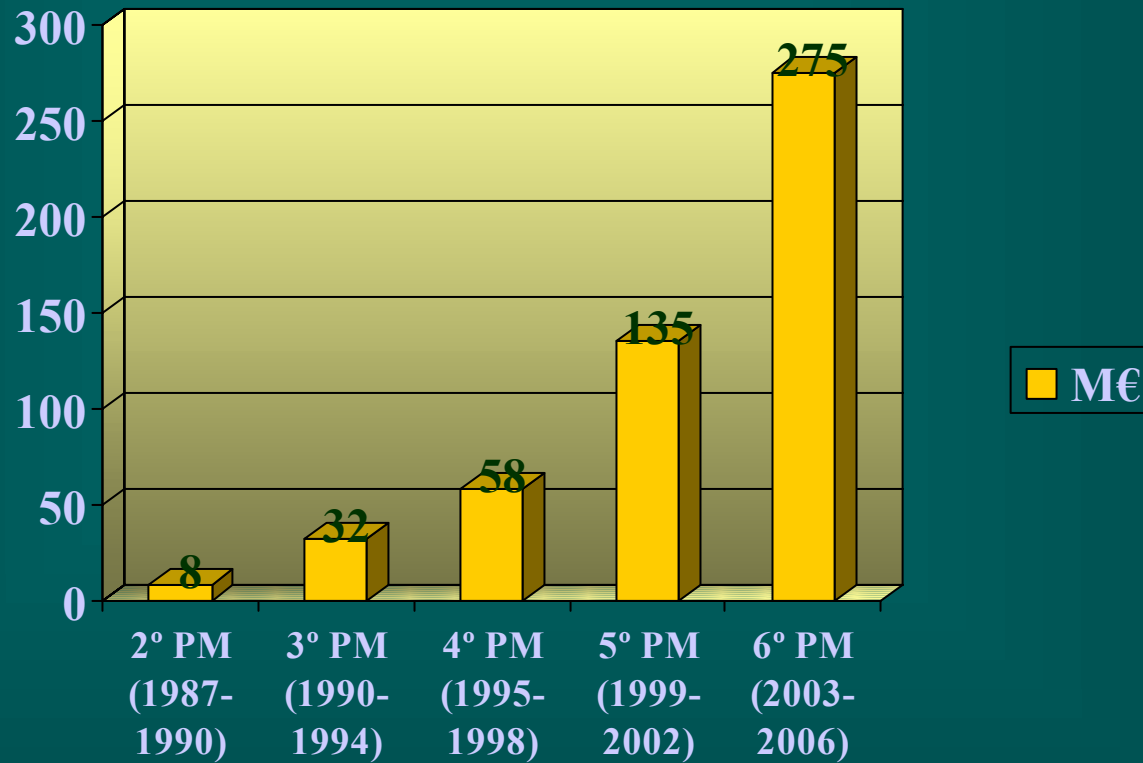

European Integrated
Hydrogen Project

 
Pilas


FUERO
Fuel Cell Systems and Components
General Research for Vehicle
Applications



Soporte de la CE a proyectos de H₂ y Pilas





HLG

High Level Group on
H₂ and Fuel Cells



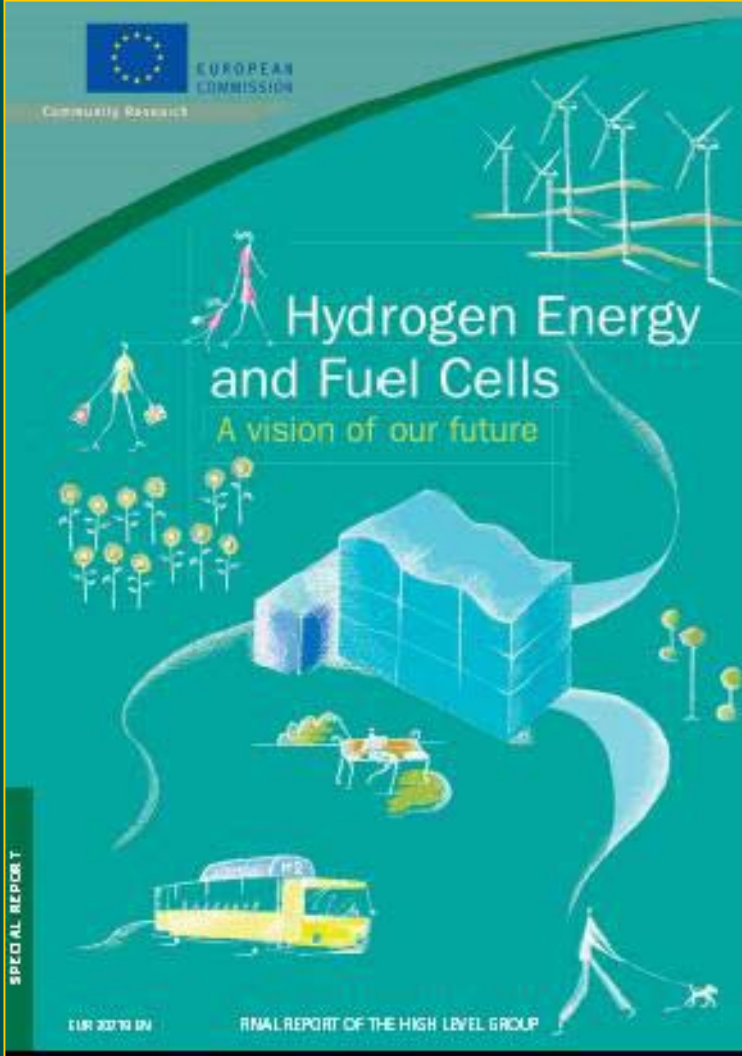
HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)

Los Miembros del HLG

COMPAÑÍA	PERSONA
Air Liquide	Daniel Deloche
Ballard Power Systems	André Martin
CEA	Alain Bugat
CIEMAT	César Dopazo
Daimler-Chrysler	Herber Kohler
ENEA	Carlo Rubia
FZ Julich	Gerd Eisenbeiß
Iceland	Hjalmar Arnason
Johnson Matthey	N.A.P. Carson
Norsk Hydro	Tore Torvund
Nuvera	Roberto Cordaro
Renault	Pierre Beuzit
Rolls-Royce	Charles Coltman
Shell	Jeremy Bentham
Siemens	Thomas Voigt
Solvay	Leopold Demiddeleer
Sydskraft	Lars Sjunnesson
UITP	Wolfgang Meyer
Vandemborre Tech.	Hugo Vandemborre



HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)



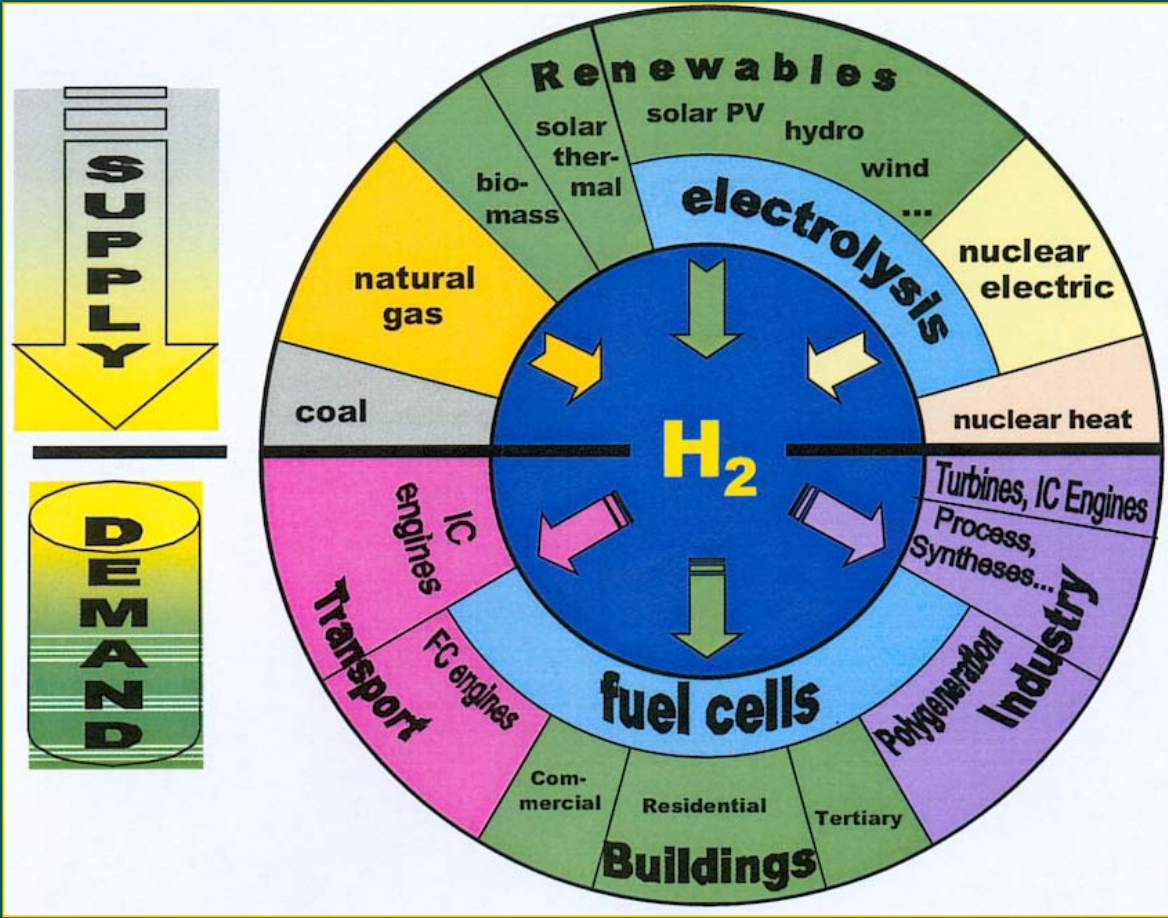


HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)

**¿ Por qué Hidrógeno
y Pilas de Combustible ?**



HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)

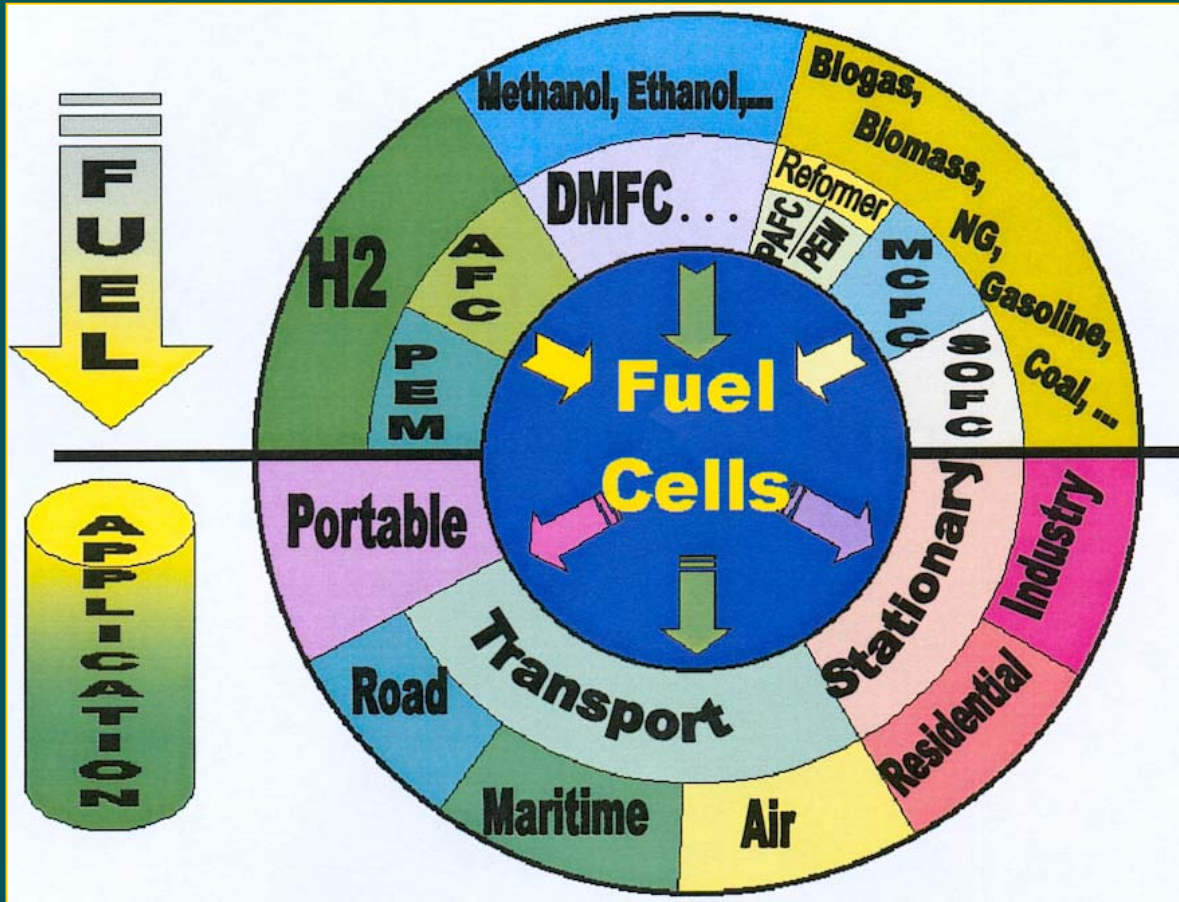


Hidrógeno

Fuentes de energía primaria, Convertidores de energía y Aplicaciones



HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)



Pilas de Combustible

Combustibles utilizables, Tecnologías de pilas y Aplicaciones



HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)

¿ Qué puede hacer Europa ?



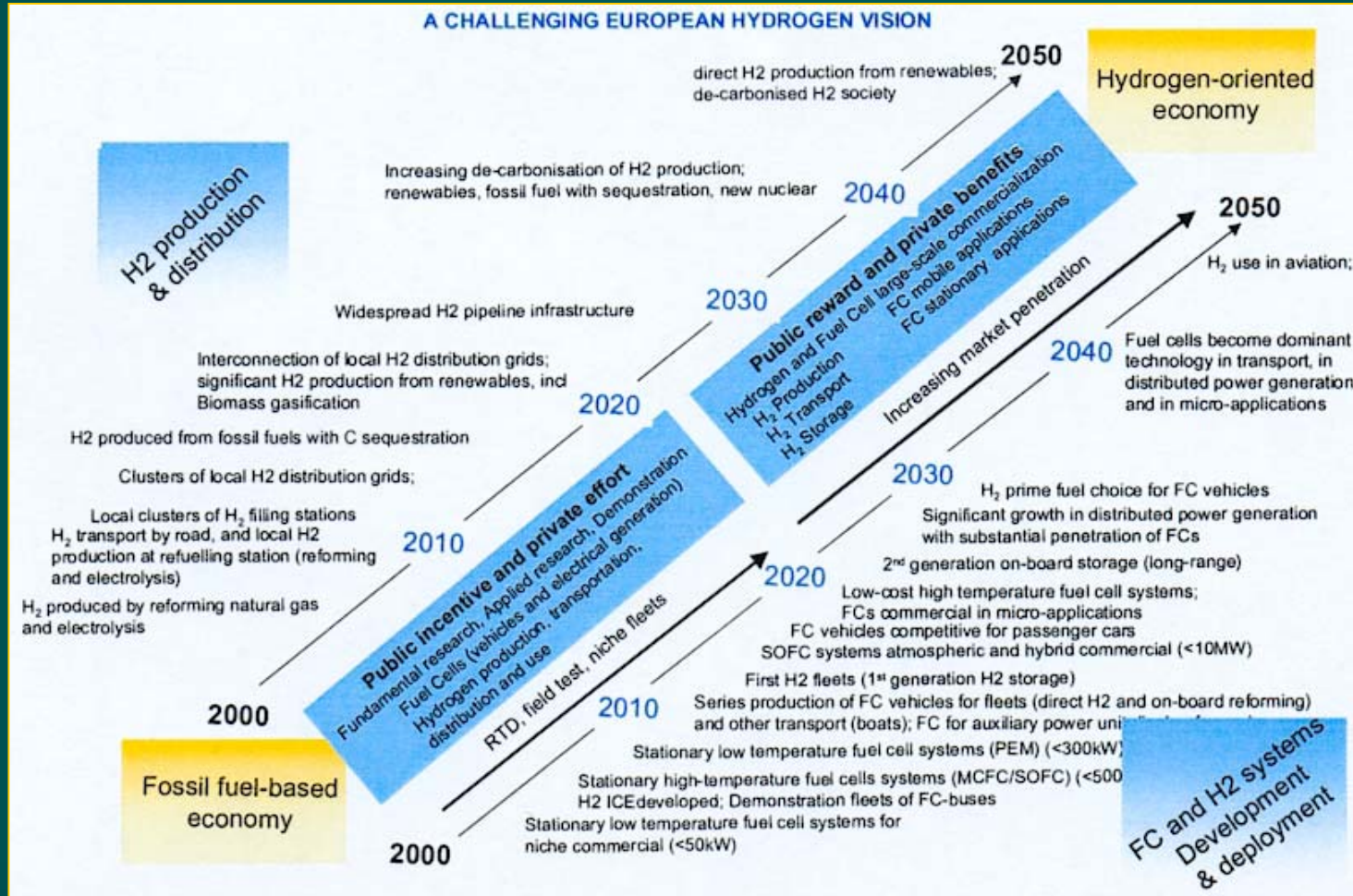
5 acciones para un futuro con energía del H₂

- Un Marco Político Europeo.
- Una Agenda de Investigación Estratégica.
- Una Estrategia de "Despliegue".
- Una Hoja de Ruta Europea para H₂ y Pilas.
- Una Plataforma Tecnológica Europea en H₂ y Pilas.



HLG: HIGH LEVEL GROUP (H₂ & Fuel Cells)

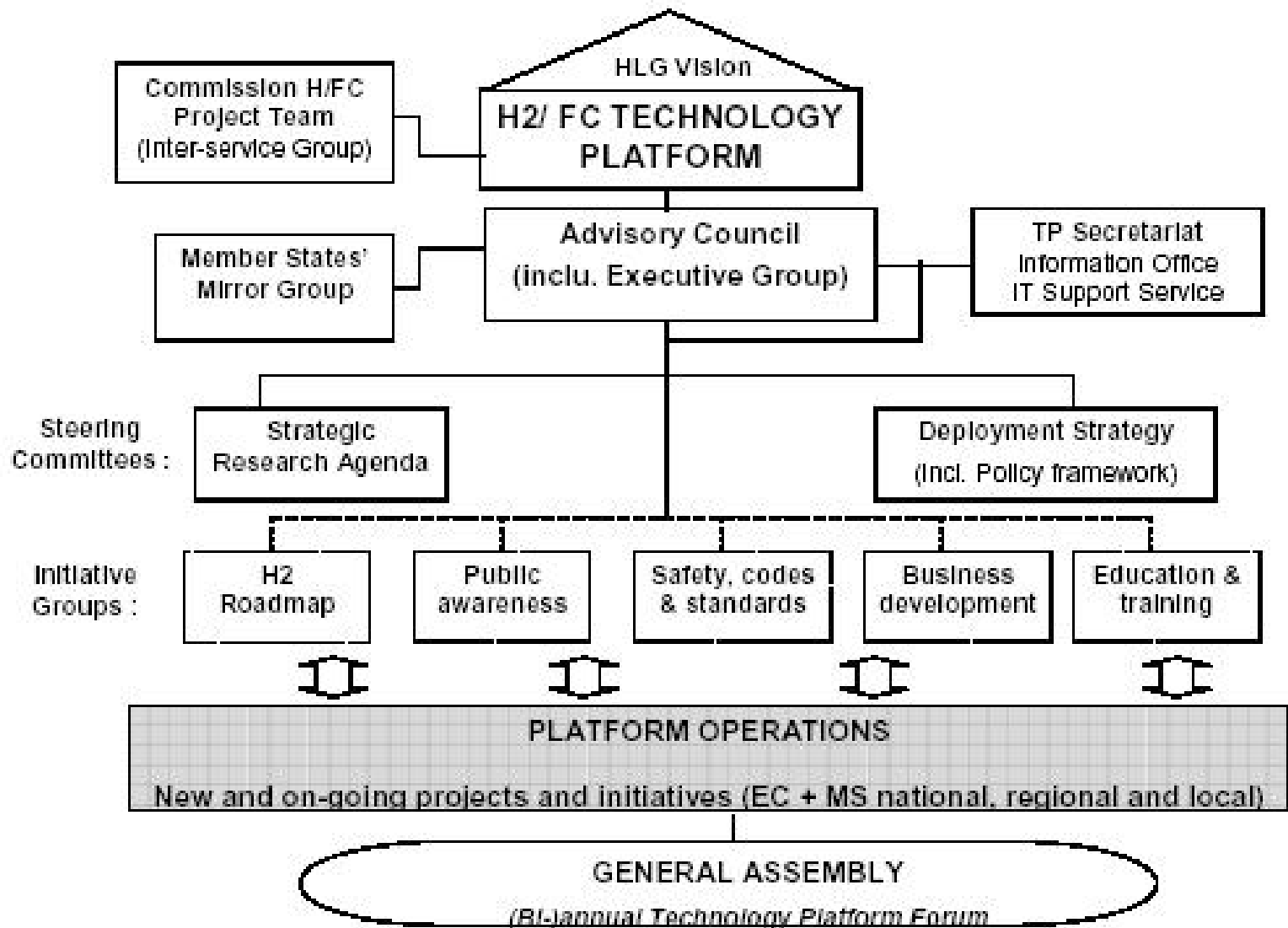
Una Hoja de Ruta Europea para H₂ y Pilas.





Plataforma Tecnológica en H2 y Pilas

Estructura





FreedomCAR and Fuel Initiative
H₂



Mirror Group

SRA

Advisory Council

January '02

November '02

January '03

February '03

November '03

Feb. 04

Oct. 02

Junio 03

Enero 04

zo 04

HLG

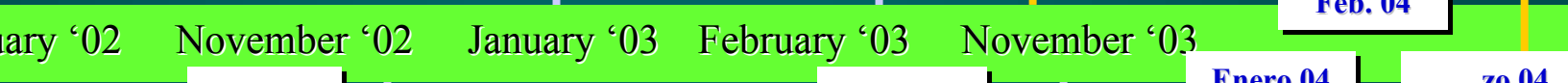
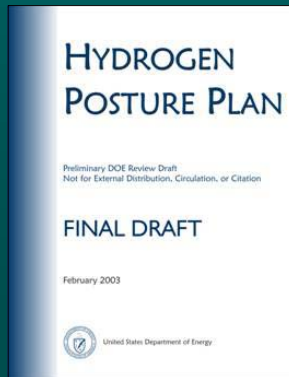
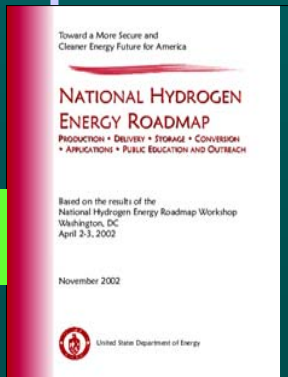
IPHE Ministerial

H₂/FC TP Asamblea

EU H₂/FC Conference



Hydrogen Vision and Roadmap





...bueno... y en España
¿ qué tenemos ?



El Hidrógeno y las Pilas en España

El Plan Nacional de I+D+I (2004-2007)

AREA DE ENERGÍA

Prioridades Temáticas

1. Optimización de las formas y utilizaciones convencionales de la energía, para que sean más limpias y eficientes.
2. Fomento de las energías renovables y tecnologías emergentes.
3. Fusión nuclear.



El Hidrógeno y las Pilas en España

El Plan Nacional de I+D+I (2004-2007) AREA DE ENERGÍA

Prioridad Temática 2:

Fomento de las energías renovables y tecnologías emergentes.

- 2.1. Evaluación y predicción de recursos de energías renovables.
- 2.2. Energía eólica.
- 2.3. Energía solar.
- 2.4. Biomasa.
- 2.5. Otras energías renovables.
- 2.6. Hidrógeno.
- 2.7. Pilas de combustible.



El Plan Nacional de I+D+I (2004-2007)

AREA DE ENERGÍA

Comparación Presupuestos

6° Programa Marco		
Concepto	M€	%
Presupuesto Total	17.500	100
Energía	1.750	10
Sist. energía sostenibles	810	4,6
Fusión	750	4,3
Residuos, protección y otros	190	1,1

Plan Nacional I+D+I (2001-03)		
Concepto	M€	%
Presupuesto Total	328,6	100
Energía	3,3	1
PROFIT - Energía	2,7	0,8
Fusión	0,6	0,2




El Plan Nacional de I+D+I (2004-2007)

AREA DE ENERGÍA

Comparación Presupuestos (sin Fusión)

6º Programa Marco		
Concepto	M€	%
Presupuesto Total	17.500	100
Energía (sin Fusión)	1.000	5,7
Sist. energía sostenibles	810	4,6
Residuos, protección y otros	190	1,1

Plan Nacional I+D+I (2001-03)		
Concepto	M€	%
Presupuesto Total	328,6	100
Energía (sin Fusión)	2,7	0,8
PROFIT - Energía	2,7	0,8



Como la problemática energética española es peor que la media europea, se debería aumentar considerablemente los presupuestos dedicados al Area de Energía para aproximarlos en términos relativos.



El Plan Nacional de I+D+I (2004-2007)

AREA DE ENERGÍA

Distribución de Presupuestos

Prioridad Temática	%
Optimización de las formas y utilizaciones convencionales de la energía, para que sean más limpias y eficientes	25
Fomento de las energías renovables y tecnologías emergentes	65
Fusión nuclear	10



La Asociación Española del H₂

Hidrógeno, Pilas de Combustible e Infraestructura

AeH₂

www.aeh2.org

Tel.: 654 80 20 50

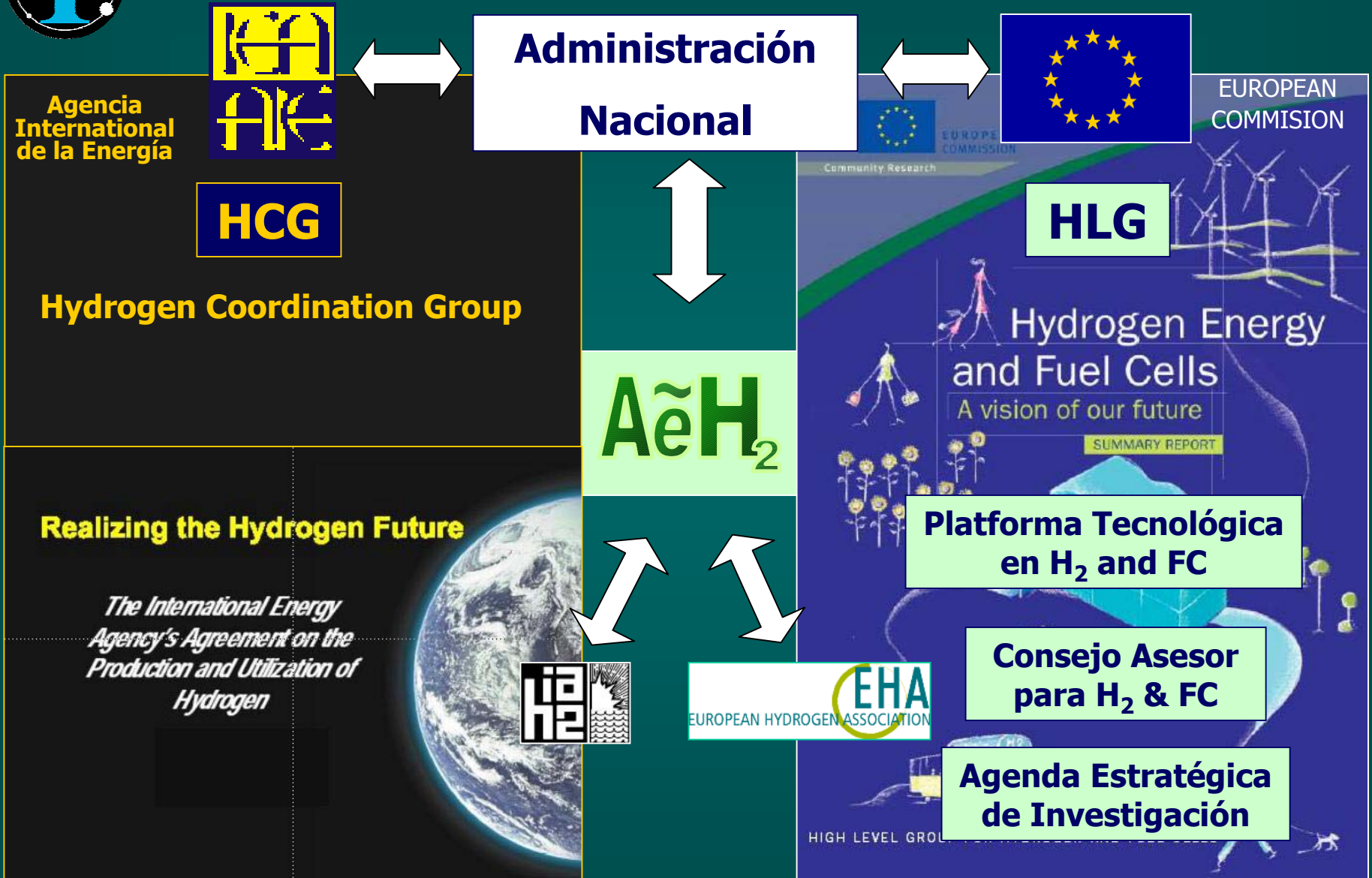
Fax: 91 771 08 54

Miembros (Marzo 2004)

- ✓ **32** Empresas Privadas.
- ✓ **15** OPIs, Centros tecnológicos, Entidades sin ánimo de lucro.
- ✓ **68** Socios individuales.



La Asociación Española del H₂



Marco Internacional

**Muchas gracias por
su atención.**