

# Tendencias en automoción de H<sub>2</sub>

FORO DE F.P. DE INNOVACIÓN  
TECNOLÓGICA EN AUTOMOCIÓN 2013.  
VEHÍCULOS DE AUTONOMIA  
EXTENDIDA Y COMBUSTIBLES  
ALTERNATIVOS

24/5/2013

Sanxenxo



XUNTA DE GALICIA  
CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN  
E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA

Departamento de Automoción

“Más de 30 anos Formando Profesionáis”



Alfonso Arnedo Moncayo.  
M.Sc. E.E. R.R

Técnico I+D en:



FUNDACIÓN PARA EL  
DESARROLLO DE LAS NUEVAS  
TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO  
EN ARAGÓN

# QUIÉNES SOMOS

FUNDACIÓN PARA EL  
DESARROLLO DE LAS NUEVAS  
TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO  
EN ARAGÓN

1



# LA FUNDACION DEL HIDRÓGENO: CAMINO RECORRIDO



hidrógeno

ÁREAS DE TRABAJO

INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO

FORMACIÓN

2





## ÁREAS DE TRABAJO

### INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, líneas:

➤ **Integración de pilas de combustible en aplicaciones:** estacionarias, portátiles, automoción.

➤ **Vehículo eléctrico e híbrido:** diseño y desarrollo de tren de potencia basado en baterías, supercondensadores y pila de combustible. Automóviles, autobuses, vehículo industrial, pequeña movilidad urbana.

➤ **Combustibles alternativos:** diseño y desarrollo de sistemas de repostaje, especialmente recarga eléctrica y dispensación de hidrógeno.

➤ **Energías renovables:** diseño y desarrollo de sistemas de alimentación autónomos basados en energías renovables y/o pilas de combustible.

➤ **Integración de Energías renovables en la red eléctrica:** integración de la producción de hidrógeno mediante electrólisis y/o aplicación de almacenamiento por baterías.

➤ **Almacenamiento de energía:** integración de sistemas, validación de tecnología, ensayos.





## FORMACIÓN, líneas:

- DIFUSIÓN TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO
  
- ASISTENCIA A FOROS ESPECIALIZADOS
  
- CURSOS TÉCNICOS PARA EMPRESAS.
  
- CURSOS ESPECIFICOS ONLINE--- SEAS:
  - E.E.R.R.
  - HIDRÓGENO
  - VEHICULOS ELÉCTRICOS
  
- PROYECTOS EUROPEOS



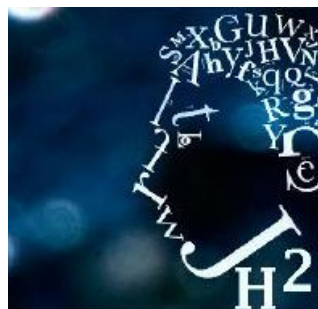
*estudios abiertos*

**SEAS**

GRUPO SANVALERO




<http://www.seas.es/>



<http://hyprofessionals.eu/>





## PRINCIPALES PROYECTOS

INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO

INGENIERÍA Y  
CONSULTORÍA

3

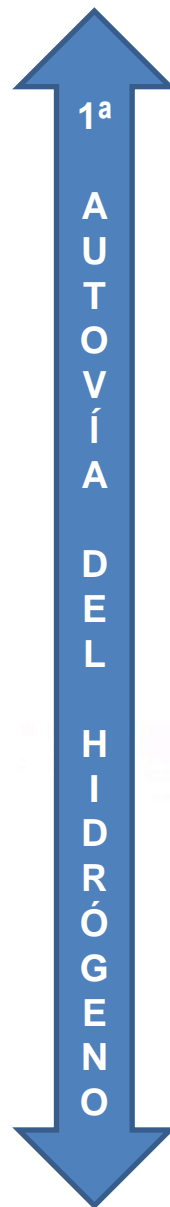


Producción,  
almacenamiento y  
dispensación de

## INFRAESTRUCTURA DE REPOSTAJE DE HIDRÓGENO

Diseño de la hidrogenera Walqa.

P.T. Walqa, Huesca



Asesoramiento a EXPOAGUA  
Zaragoza 2008 en la implantación de  
la hidrogenera

- selección de proveedores
- redacción de especificaciones
- seguimiento de proyectos y ejecución estudios de seguridad
- obtención de permisos







**Integración de pilas de combustible en**



## PROYECTOS DESTACADOS EN AUTOMOCIÓN

Integración de pilas de combustible en vehículos eléctricos comerciales  
1,3M€ 2010-2013  
[www.zerohytechpark.eu](http://www.zerohytechpark.eu)



**Concepción, diseño y fabricación del primer kart de hidrógeno y pila de combustible en España.**

Campeón en 2008 del sprint en Formula Zero, 2ª posición en la temporada 2009

**Banco de pruebas del sector automoción**







## PROYECTOS DESTACADOS EN MOVILIDAD

Integración de un sistema energético basado en pila de combustible y energía renovables en un Velero IMOCA 60.

Vuelta al mundo en solitario y sin escalas. Vende globee, Barcelona World Race  
[www.accionasailing.com](http://www.accionasailing.com)

Integración de pilas de combustible en aplicaciones

Banco de pruebas del sector naval







# PROYECTOS DESTACADOS EN MOVILIDAD

En proceso



Banco de pruebas en empresas







EI HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO,

4



# Hidrógeno:

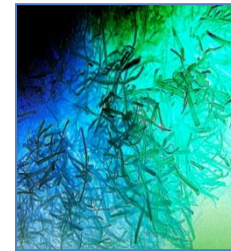
El elemento más ligero y más abundante  
constituye el 75% de la masa del Universo  
y el 90% de sus átomos

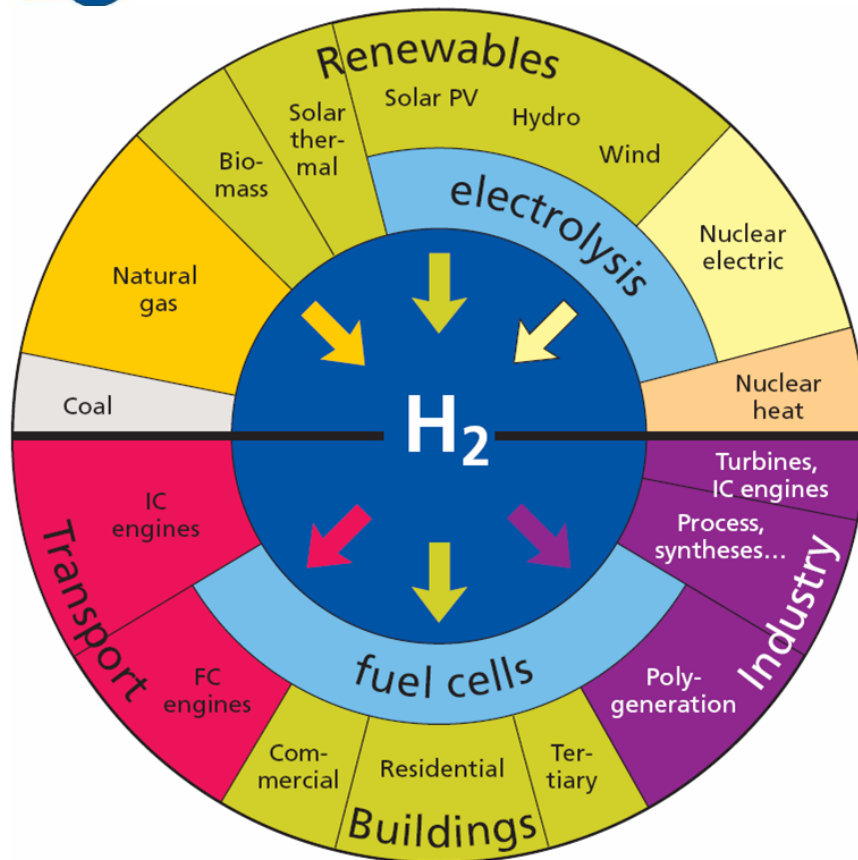


En la atmósfera terrestre se encuentra tan  
solo una fracción de 1 ppm en volumen

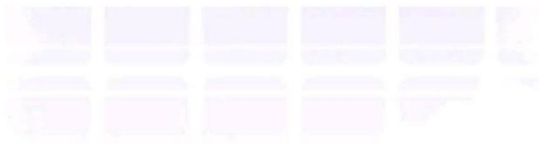


**El Hidrógeno no es un recurso natural.**





Se denomina vector energético a aquellas sustancias o dispositivos que almacenan energía, de tal manera que ésta pueda liberarse posteriormente de forma controlada. Se diferencian de las fuentes primarias de energía en que, a diferencia de éstas, se trata de productos manufacturados, en los que previamente se ha invertido una cantidad de energía mayor para su elaboración.



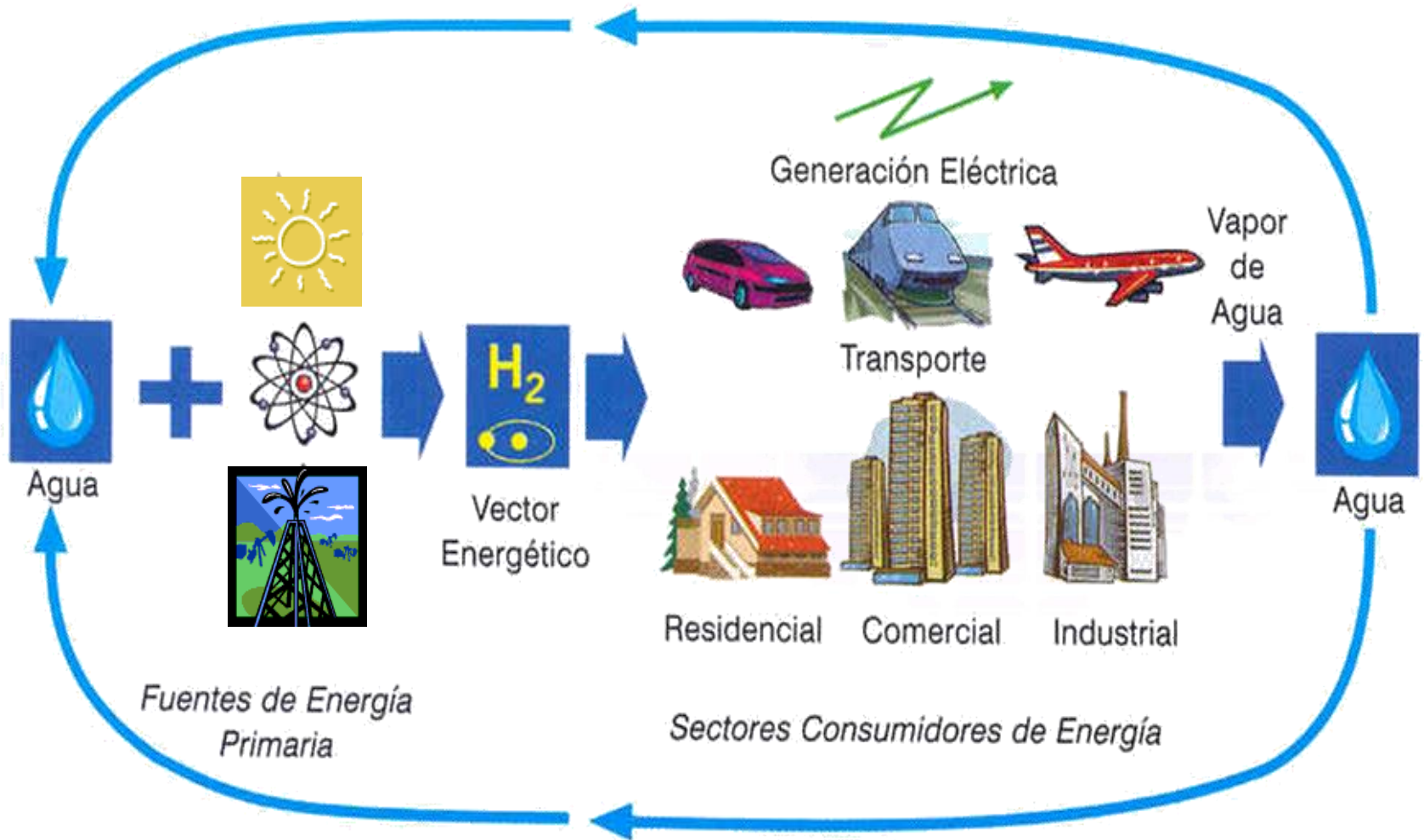
El **hidrógeno** es un “vector” energético que puede obtenerse a partir de cualquier fuente de energía y agua. Como gas combustible, puede emplearse en automoción o en la producción de electricidad, generando agua como residuo.







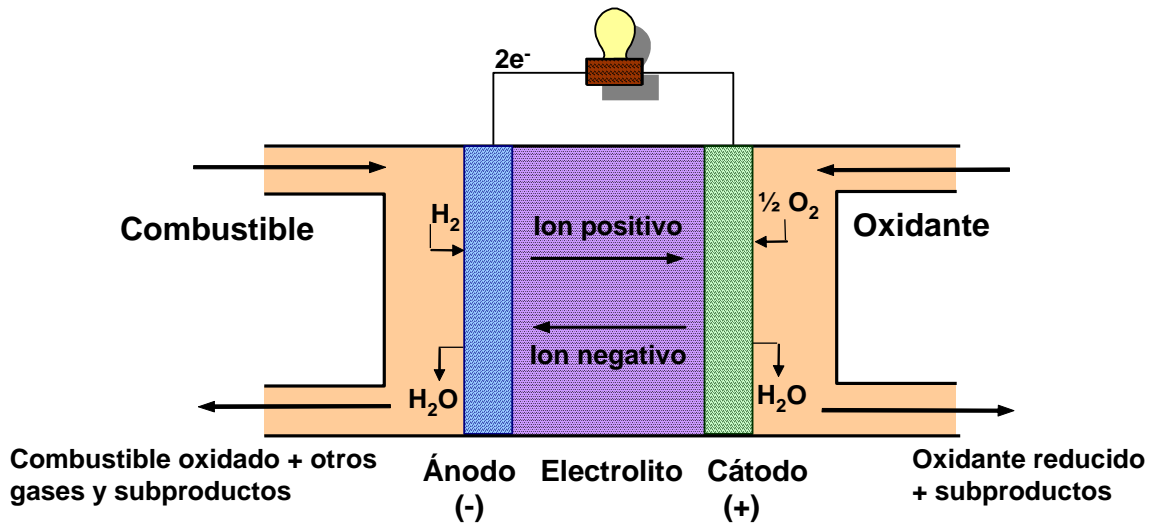
# El ciclo del Hidrógeno





Las **PILAS DE COMBUSTIBLES** son dispositivos electroquímicos que convierten directamente la energía química del combustible en energía eléctrica

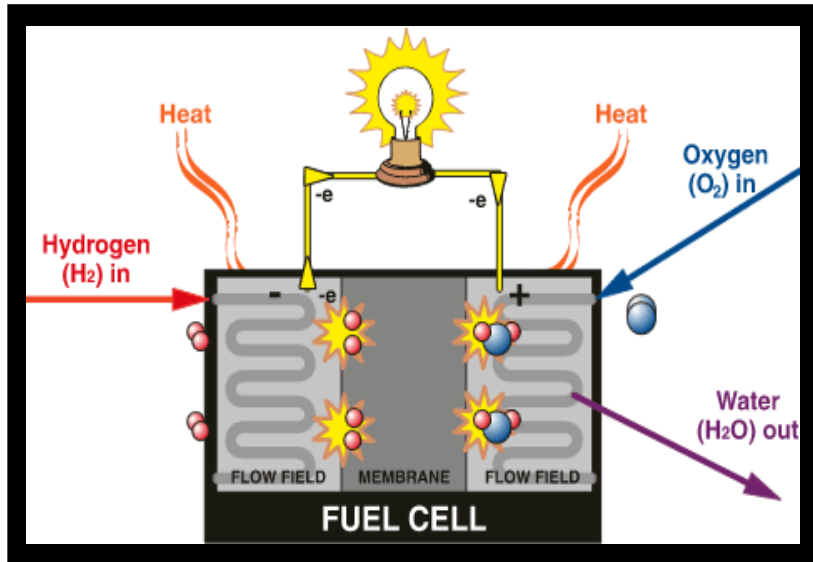
Al no estar limitadas por el ciclo térmico de Carnot, la eficiencia de estos dispositivos es **MAYOR**



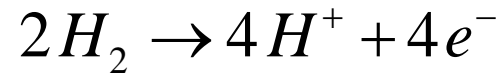
En una PC el combustible se alimenta de forma continua en el ánodo (-) y el oxidante en el cátodo (+)



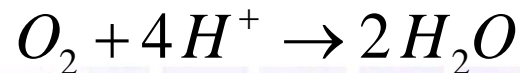
PEM son el tipo de pila más empleado en automoción en la actualidad, y presumiblemente el estándar en el futuro.



**Ánodo: Oxidación del combustible**



**Cátodo: Reducción del oxidante**



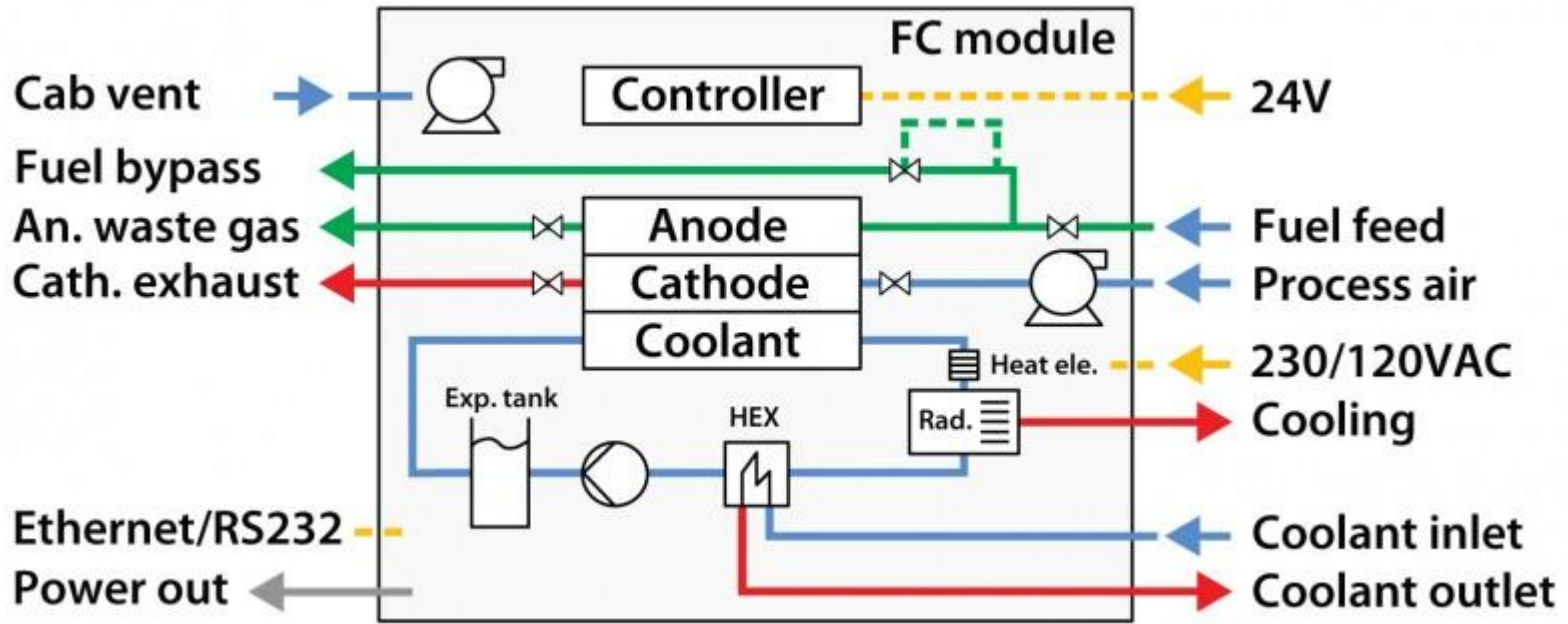
¿Rendimiento de una pila de combustible PEM?

Dependiendo de la solución estaremos en torno al 50-70% eléctrico.





## BOP PILAS DE COMBUSTIBLE PEM



Tecnología escalable y diferentes tipologías:

- Catado abierto / cerrado
- Refrigeración agua /aire

# TENDENCIAS DE LA AUTOMOCIÓN H2

Vehículo eléctrico  
de hidrogeno

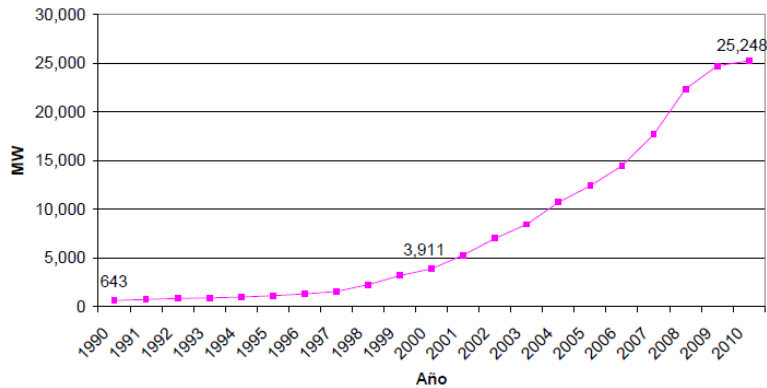
5



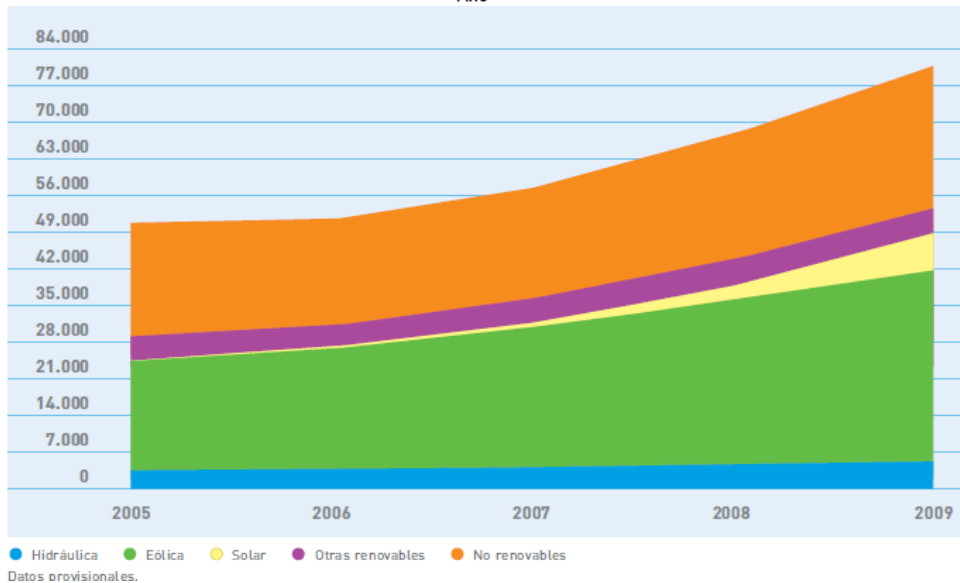
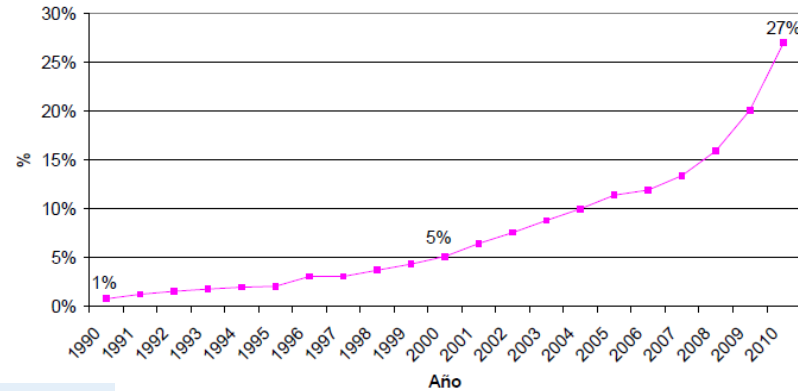
# EL PAPEL DE LAS EE.RR.



Potencia Instalada de Tecnologías Renovables (\*)



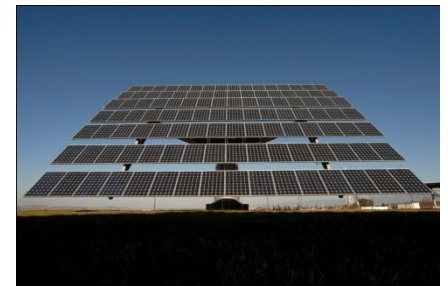
Contribución a la Demanda Eléctrica de las Tecnologías Renovables (\*)



Gráficos: REE



Gráficos: CNE







# ELECTRIFICACION DE LA AUTOMOCION

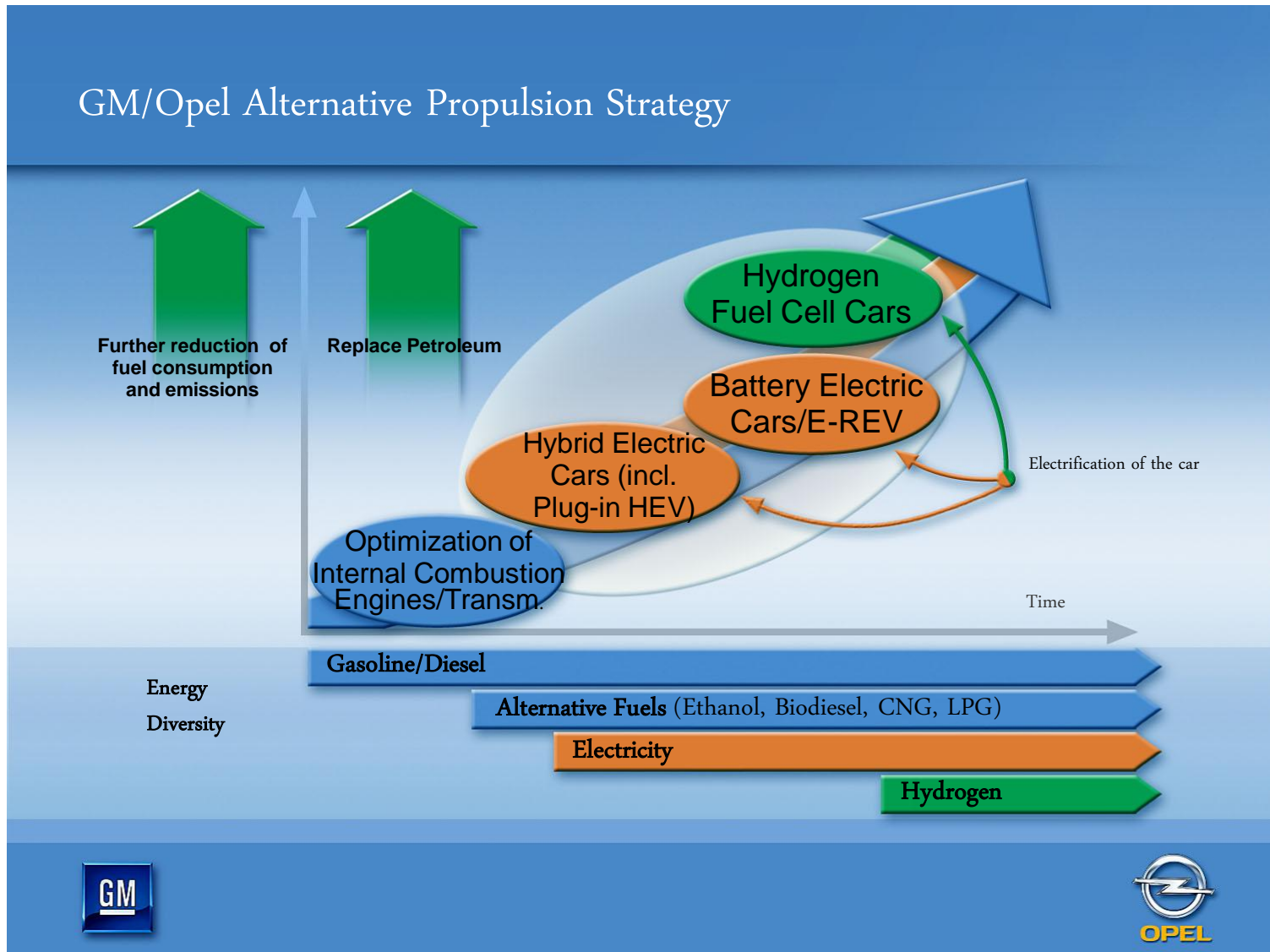
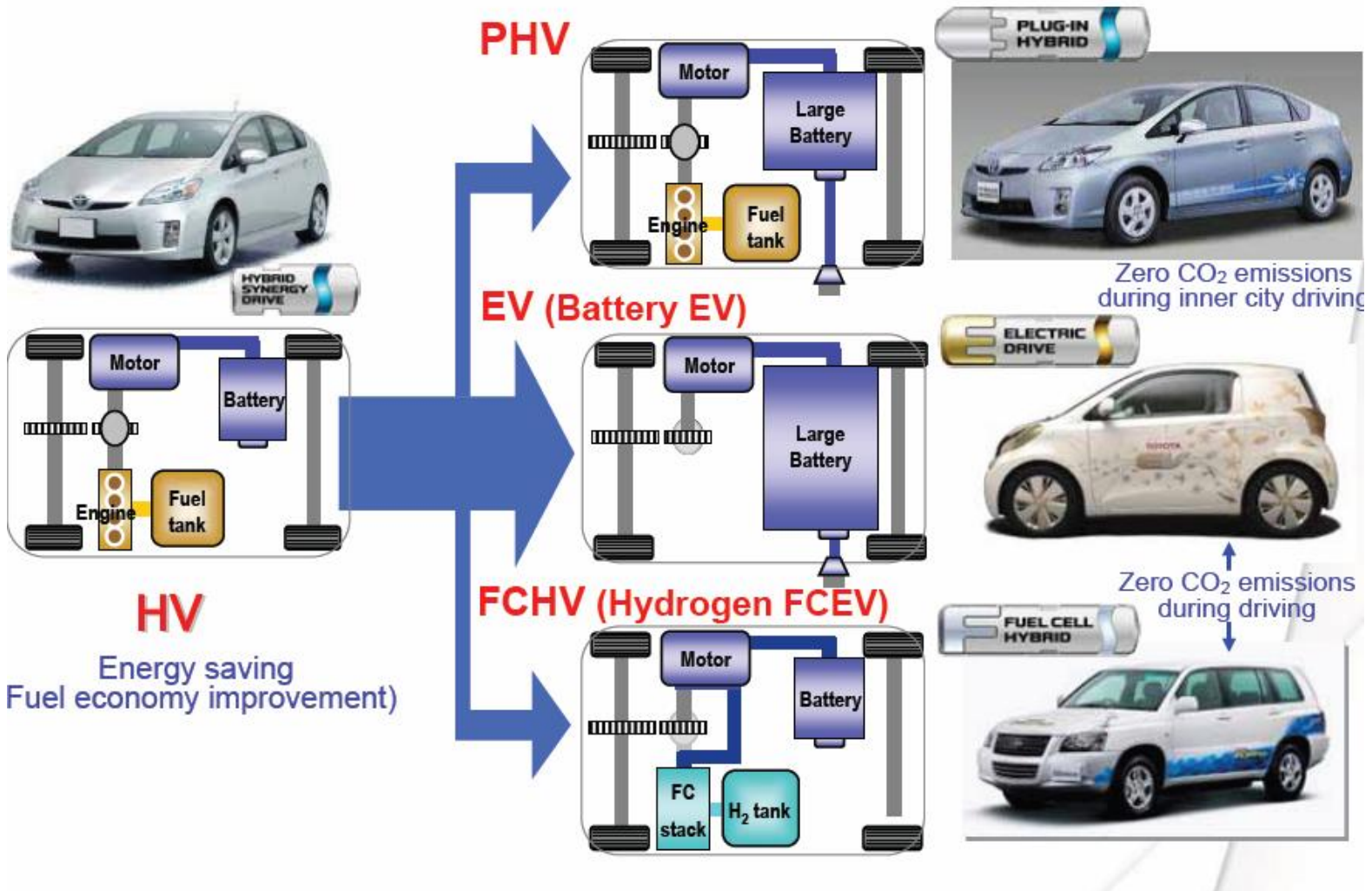


Gráfico: GM



# ELECTRIFICACION DE LA AUTOMOCION





# BARRERAS TECNOLÓGICAS BEV

- AUTONOMÍA
- PESO
- LITIO ¿petróleo 2ª parte?
- TIEMPO DE RECARGA

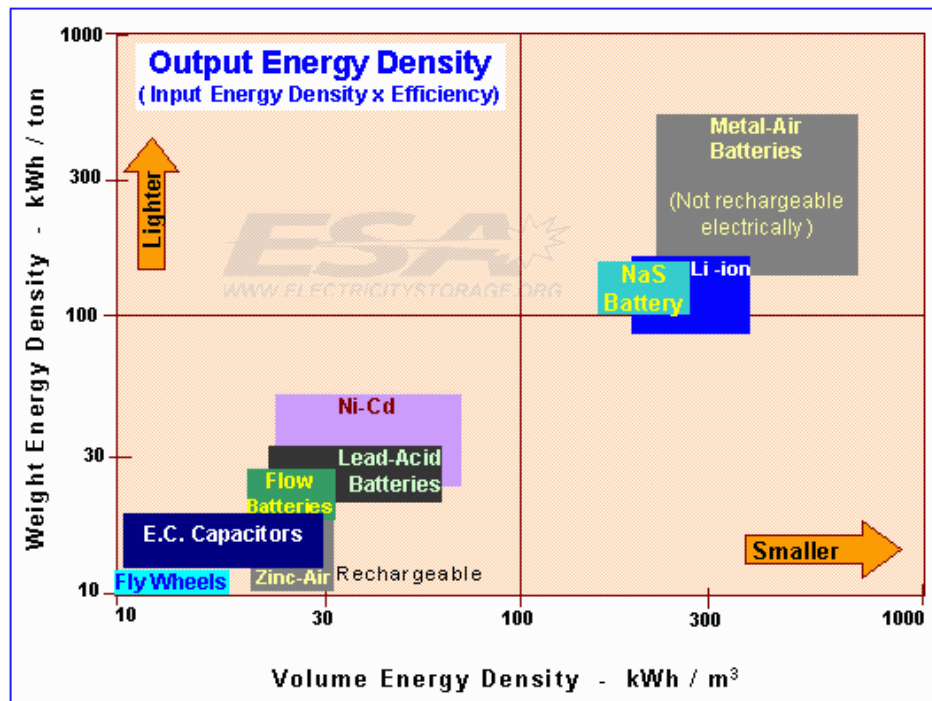
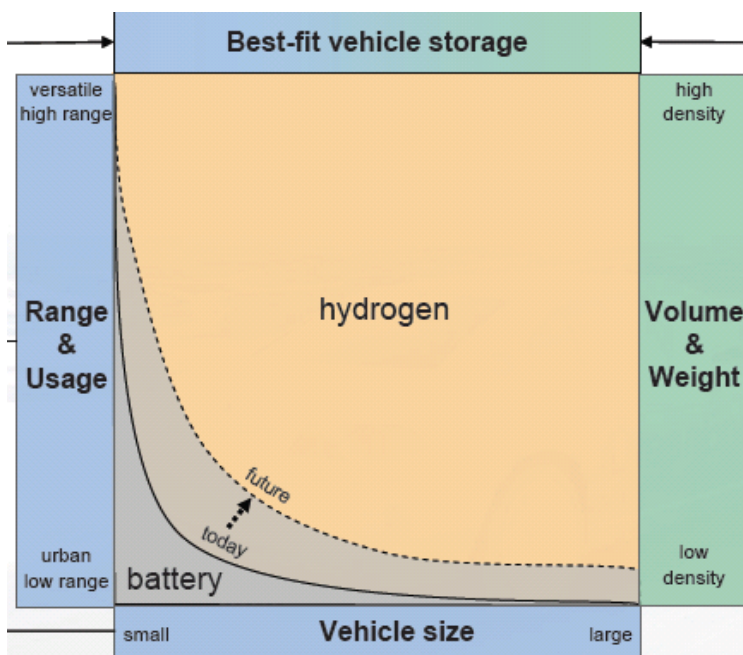


Gráfico: cortesía ESA

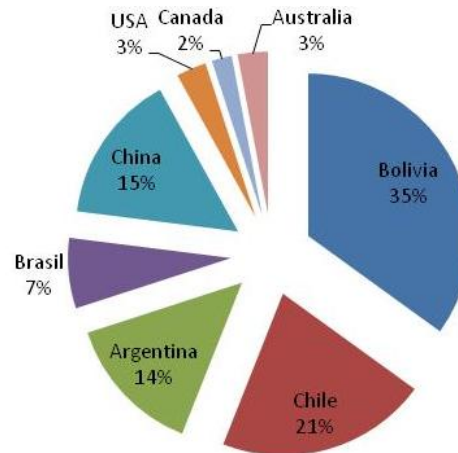


Gráfico: cortesía LBST





# PUNTO DE ENCUENTRO

Gestionabilidad de nuestras energías autóctonas renovables mediante el uso del **hidrógeno** .

**Independencia energética** del exterior



Uso del hidrógeno junto con pilas de combustible en **vehículos eléctricos**

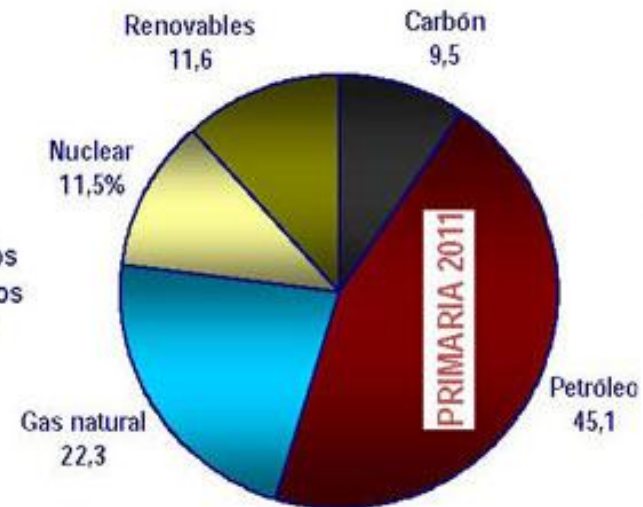
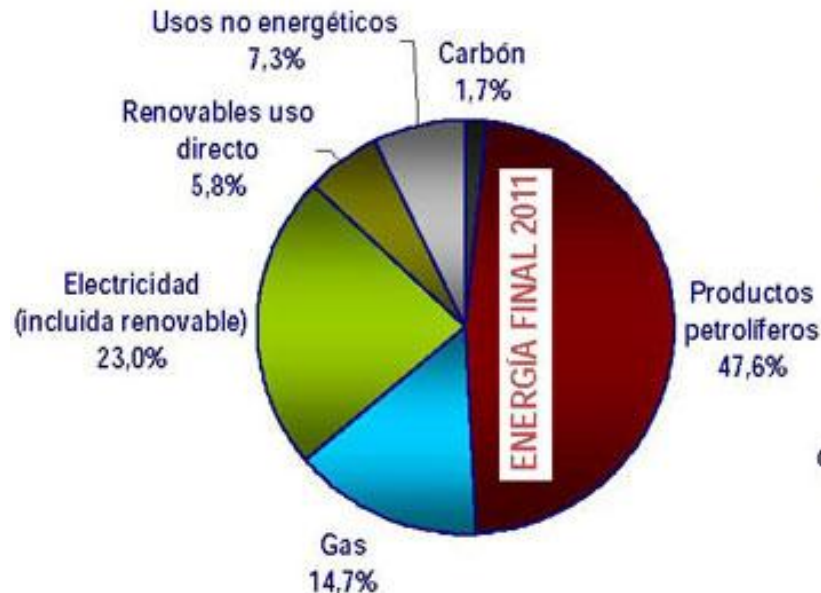
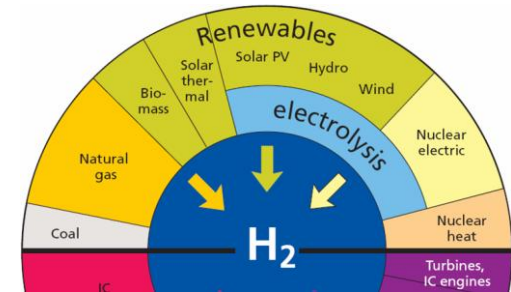
- ✓ Autonomía > 400km
- ✓ Tiempos de recarga < 5 min
- ✓ Potencia y sostenibilidad es compatible



# BARRERAS TECNOLÓGICAS FCEV

- PRODUCCIÓN H<sub>2</sub>
- INFRAESTRUCTURA DE RECARGA
- PRECIO (Con matices)
- POSIBLE EVOLUCIÓN DE LAS BATERIAS

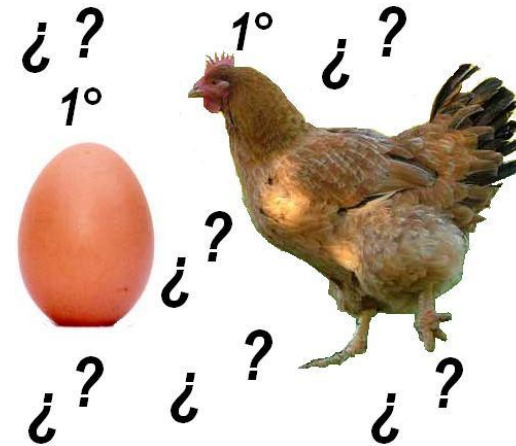
- VENTAJA, PUEDE SER PRODUCTIVO E MÚLTIPLES FUENTES.





# BARRERAS TECNOLÓGICAS FCEV

- PRODUCCIÓN H<sub>2</sub>
- INFRAESTRUCTURA DE RECARGA
- PRECIO (Con matices)
- POSIBLE EVOLUCIÓN DE LAS BATERIAS



• COSTE HIDROGENERAS

- Necesidad de mínima infraestructura para tener una masa critica:
  - Apoyo gubernamental complicado
- Soluciones:
  - Flotas cautivas: Buses, centros logísticos...
  - Planificación logística de la ubicación



- A gran escala (Millones de vehículos), solución mas barata que 100% eléctrico.





# BARRERAS TECNOLÓGICAS FCEV

- PRODUCCIÓN H<sub>2</sub>
- INFRAESTRUCTURA DE RECARGA
- PRECIO (Con matices)
- POSIBLE EVOLUCIÓN DE LAS BATERIAS



- 2 vehículos (marcas generalistas), a la venta:
  - Honda FCX Clarity:

El **precio del Honda FCX Clarity** es de **600\$ al mes durante 3 años** (comercializado mediante leasing por 21.600\$), de momento solo en Japón y Estados Unidos, aunque se prevé que en 2015 empiece su venta en Europa.

- Hyundai Ix35 Fuel Cell:

“Unos 129.000 euros aproximadamente”. Es por eso que ahora solo se ofrece mediante alquiler a 'clientes especiales



# BARRERAS TECNOLÓGICAS FCEV

- PRODUCCIÓN H<sub>2</sub>
- INFRAESTRUCTURA DE RECARGA
- PRECIO (Con matices)
- POSIBLE EVOLUCIÓN DE LAS BATERIAS





# Almacenamiento H2 “On-Board”

- Hidrógeno a presión 700 Bar. -> Standart de la industria automovilística.
  - Hidrogeneras con precooling
  - Depósitos de carbono
  - Comunicación vehículo / estación de repostado.







## H2 “On-Board”

- Ejemplo REVA  
conversión Fundación Hidrógeno

- 16kg cada deposito
- 0,7kg a 350 Bar por depósito
- Aproximadamente 1,2kg a 700 Bar

Un vehículo de H2, consume aproximadamente 1kg/100km

FCX Clarity, -> 4 kg -> 460 km de autonomía

# TENDENCIAS DE LA AUTOMOCIÓN H2

Vehículos  
eléctricos de  
hidrogeno

6

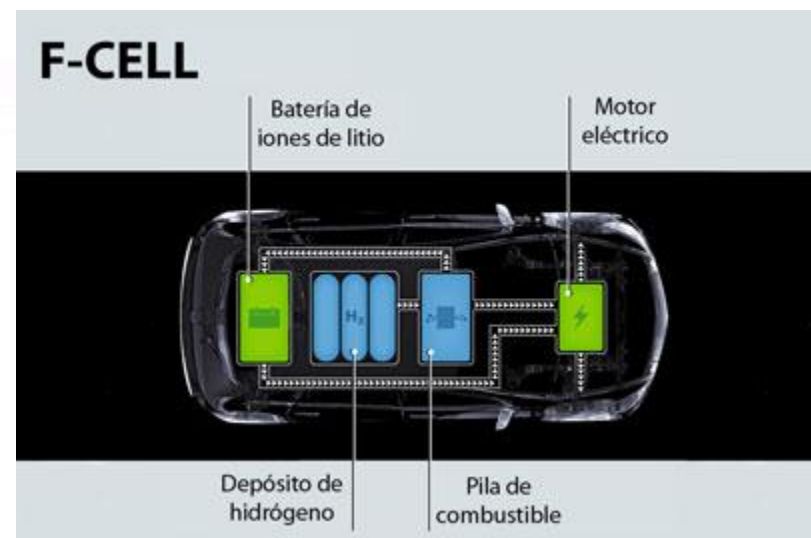






## Mercedes Clase B Fuel Cell

- 100kW
- 320 Nm
- 180km/h
- 400km de autonomía







# Equinox GM Hydrogen 4



- 140kW
- 0-100km/h 12sg
- 160km/h
- 400km de autonomía
- 4kg H<sub>2</sub> a 700 Bar



# FCX Clarity



- 100kW
- 256Nm
- 160km/h
- 460km de autonomía
- 4kg H<sub>2</sub> a 700 Bar







# Hyundai iX35 Fuel Cell



Length	4,410 mm
Width	1,820 mm
Height	1,655 mm
Driving range on one fill-up	588 km
Vehicle efficiency	0.96 kgH <sub>2</sub> /100km
Top speed	160 km/hr (100 mph)
Acceleration, 0 to 100 km/hr	12.5 seconds
Fuel cell output power	100 kW
Energy storage system	Battery, 24 kW
Fuel	Hydrogen (700 bar, 5.6 kg)
Exhaust gas	Water vapor





## Toyota 2015

Toyota ha anunciado aproximadamente el precio del su modelo de pila de combustible de hidrogeno, que se lanzara en el año 2015 en los Estados Unidos.

Este precio oscilara entre los 50.000 y 100.000 dólares, por lo que, los vehículos de pila de combustible de hidrógeno, empieza a ser competitivos, frente a los vehículos convencionales





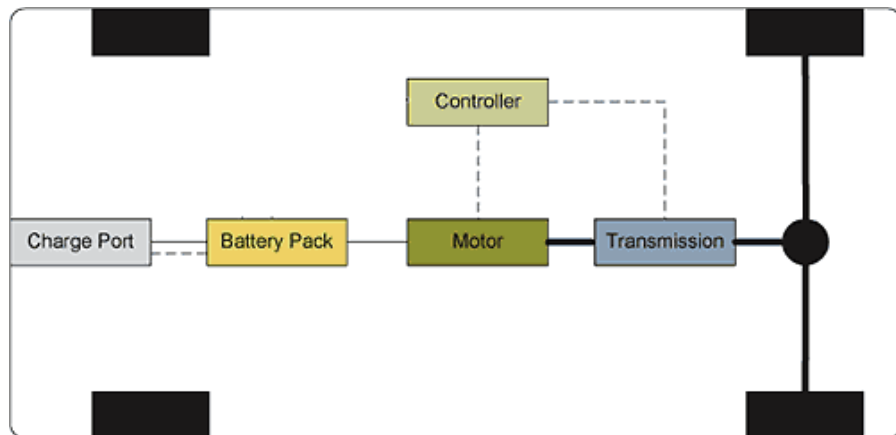
Conversión Reva-i

7



# DESARROLLO

Estado del arte (BEV & FCEV)



Grafica: Google

- BEV (Vehiculo electrico de baterias)

- REVA



Imagen: REVA India







# DESARROLLO

Ciclos de conducción

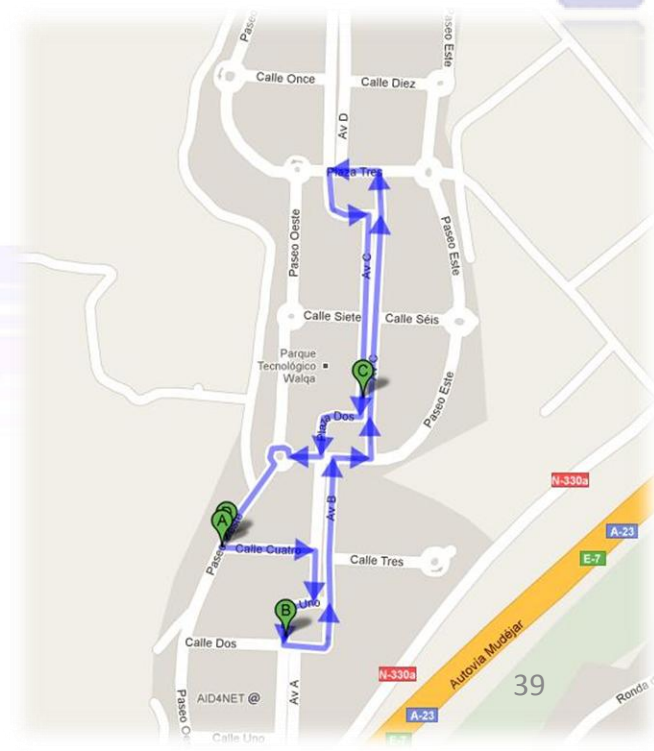
Urbana  
Interurbana

Grafica : Google



Grafica: Google

## Cálculo de los componentes del powertrain

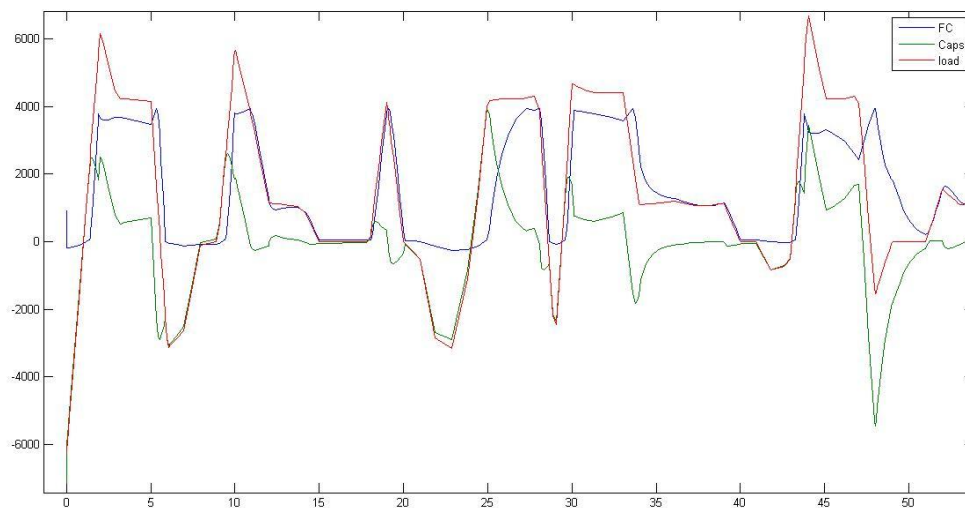




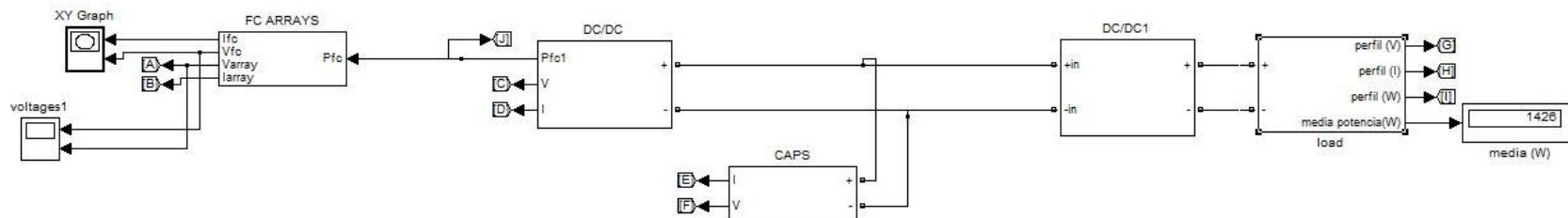
# DESARROLLO

## Diseño del tren de potencia y simulacion

1. Características físicas
2. Modelado
3. Estrategia de diseño
4. Simulación
5. Comprobación
6. Rediseño



Graficas: Fha (simulink)





# DESARROLLO

## Proceso de homologación

<b>REVA</b> EMOVEMENT IBERIA, S.L. C/ PAPA PIUS XI, 59 08208 SABADELL		Nº SERIE: <b>40669083 B</b> MATRÍCULA:
Número de homologación: <b>MB7EVP1A7A101395</b>		Nº CERTIFICADO: <b>EM-000002</b>
Clasificación del vehículo: <b>0600 CUATRICICLO</b>		
Marca: <b>REVA</b> Tipo: <b>L7e</b> Variante: <b>DELUXE I</b> Denominación comercial: <b>REVA</b> Tax. Igit: <b>685</b> MTM/MMA (kg): <b>940</b> MTM/MMA P.E (kg): <b>350</b> MTM/MMA V.E (kg): <b>590</b> MTM/MMA V.E (kg): <b>—</b> MTM/MMA V.E (kg): <b>—</b> Motor (CV, kW) (kg): <b>—</b> Neumáticos: <b>4-145/70 R13 71T</b> Nº de asientos: <b>4</b> Volumen de batería: <b>—</b>	Clase: <b>—</b> Altura total (mm): <b>1510</b> Ancho total (mm): <b>1324</b> Vía anterior/posterior (mm): <b>1166/1171</b> Longitud total (mm): <b>2638</b> Voladizo posterior (mm): <b>473</b> Distancia eje 112º (mm): <b>1710</b> Distancia eje 212º (mm): <b>—</b> Distancia P (mm): <b>—</b> Motor (CV, kW) (kg): <b>REVA</b> Motor Motor: <b>E/AC Motor</b> Nº Códigos/Clasificación (mm): <b>—</b> Velocidad (km/h) (CV): <b>2,32/12</b>	
Observaciones: ***** VEHICULO IMPORTADO *****		
Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se ha solicitado las correspondientes direcciones de Aduanas. El abajo firmante, legalmente autorizado por: <b>EMOVEMENT IBERIA, S.L.</b> certifica que el vehículo descrito según características se remite en cumplimiento conforme con el tipo homologado con la siguiente: <b>011*2002/24*0098*04</b> en su totalidad con las especificaciones indicadas. Fecha: <b>7</b> de <b>ENERO</b> de <b>2008</b> Firma: <i>F. B. B.</i> Sociedad inscrita: <b>En el Registro Mercantil de Barcelona, Tomo 36798, folio 188</b>		
Referencias autorizadas:		



- 12kW
- 80km/h
- 140km de autonomía
- 1,4kg H2 a 350 Bar

Imagen: ITV REVA

Imagen: REVA



# Muchas gracias por su atención

<http://elmaravillosomundodelhidrogeno.blogspot.com.es/>

**FORO DE F.P. DE INNOVACIÓN  
TECNOLÓGICA EN AUTOMOCIÓN 2013.  
VEHÍCULOS DE AUTONOMIA  
EXTENDIDA Y COMBUSTIBLES  
ALTERNATIVOS**



**XUNTA DE GALICIA**  
CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN  
E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA

Departamento de Automoción

“Más de 30 años Formando Profesionais”



**Alfonso Arnedo Moncayo.**

[jarnedo@hidrogenoaragon.org](mailto:jarnedo@hidrogenoaragon.org)



**FUNDACIÓN PARA EL  
DESARROLLO DE LAS NUEVAS  
TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO  
EN ARAGÓN**