

Los Avances de la Química: La Química contribuirá a resolver el problema energético



Dr. Rafael Moliner
Instituto de Carboquímica. CSIC
11 de Noviembre de 2010



INDICE



Introducción: El sistema Energético actual y sus Retos

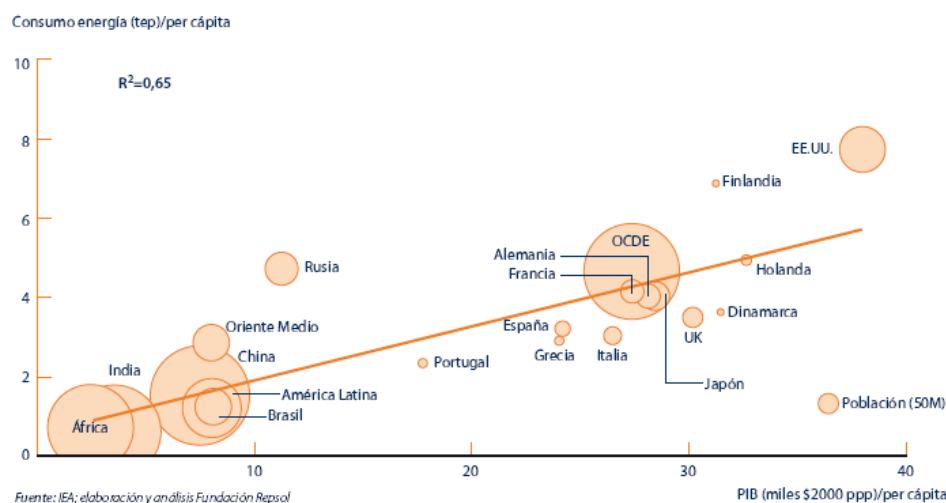
Producción de Electricidad

- Combustibles Fósiles: Captura y Almacenamiento del CO₂
- Energías Renovables: El problema de su Almacenamiento

Energía en el Transporte

- Vehículos Eléctricos: Almacenamiento distribuido de la electricidad
- Vehículos con Hidrógeno y Pilas de Combustible: Asegurando el autoabastecimiento
- Biocombustibles: La segunda generación

Relación entre PIB y Consumo energético



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Retos en el Uso de la Energía

- **Reducir la Intensidad Energética del PIB:**
Aumentar la Eficiencia Energética
- **Asegurar el Abastecimiento Energético:**
Diversificar Proveedores y Potenciar los recursos autóctonos
- **Garantizar la Sostenibilidad Medioambiental:**
Romper la relación entre consumo energético y emisiones de CO2

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Distribución en el Consumo de Energía Primaria

Figure 1. World marketed energy consumption, 2007-2035 (quadrillion Btu)

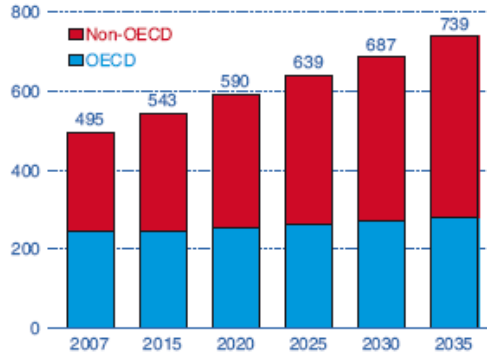
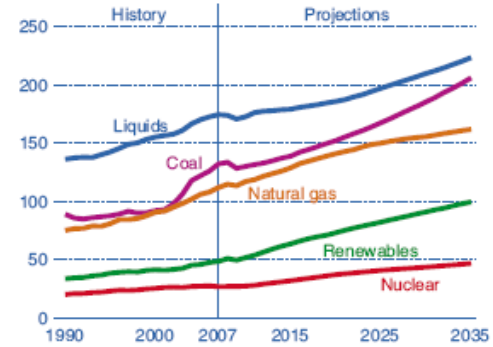


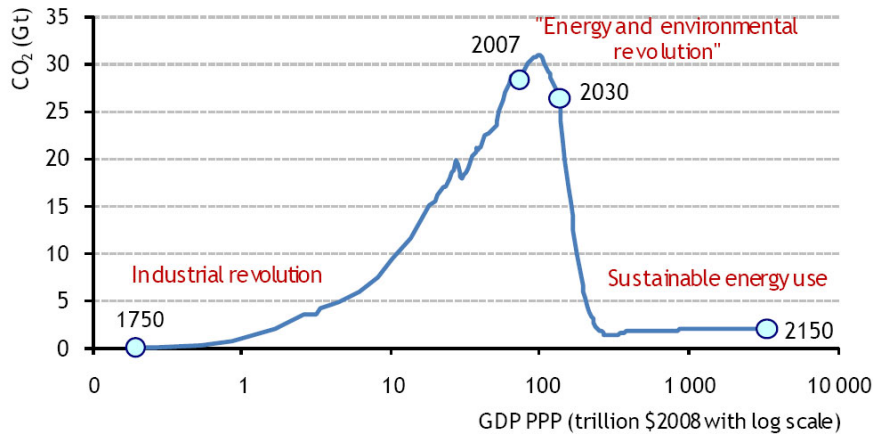
Figure 2. World marketed energy use by fuel type, 1990-2035 (quadrillion Btu)



NO PODREMOS PRESCINDIR DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES DURANTE MUCHAS DECADAS

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Historical link between CO₂ emissions and economic output and the pathway to achieving a 450 Scenario



Further efforts will be needed to ensure that the historical link between CO₂ emissions and economic output can finally be broken

© OECD/IEA 2009

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Producción de dióxido de carbono por sectores

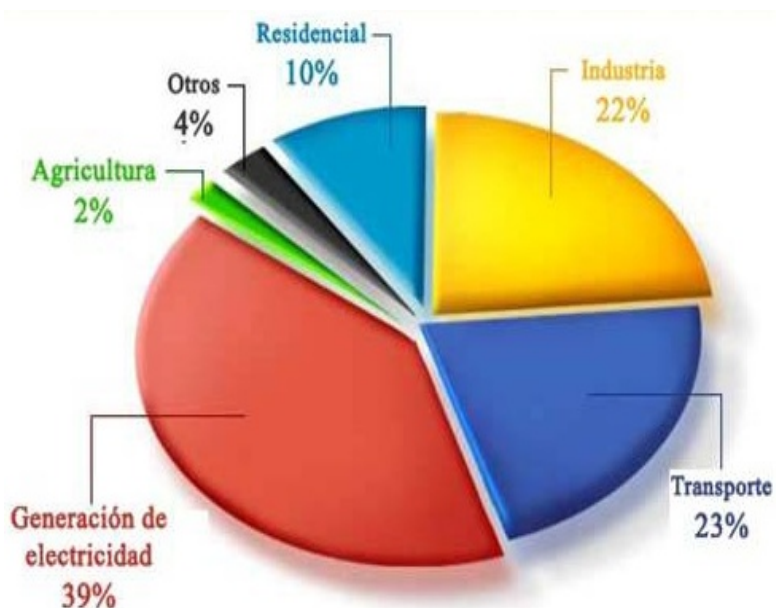
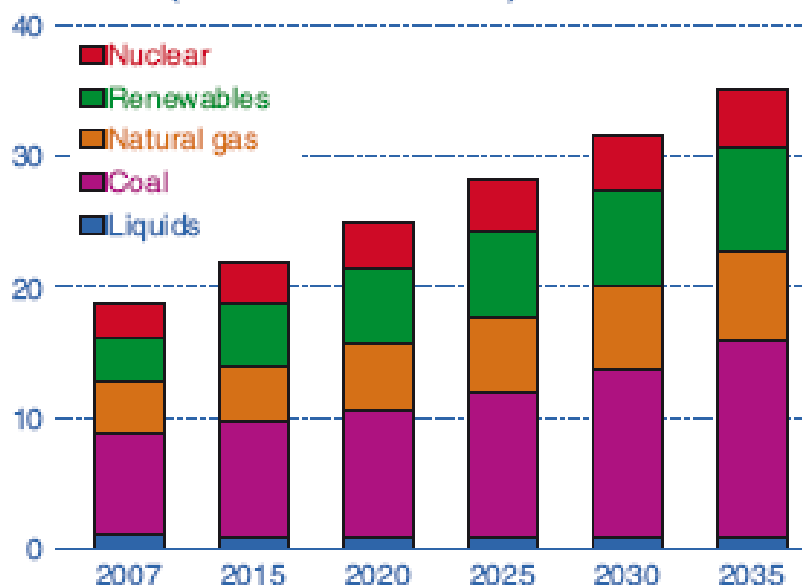


Figure 6. World net electricity generation by fuel, 2007-2035 (trillion kilowatthours)



COMBUSTIBLES FOSILES

Inconvenientes

- Recursos limitados y mal distribuidos
- Altas emisiones de CO₂: Efecto Invernadero y Cambio Climático

Ventajas

- Bajos costos
- Instalaciones industriales adaptadas a su uso

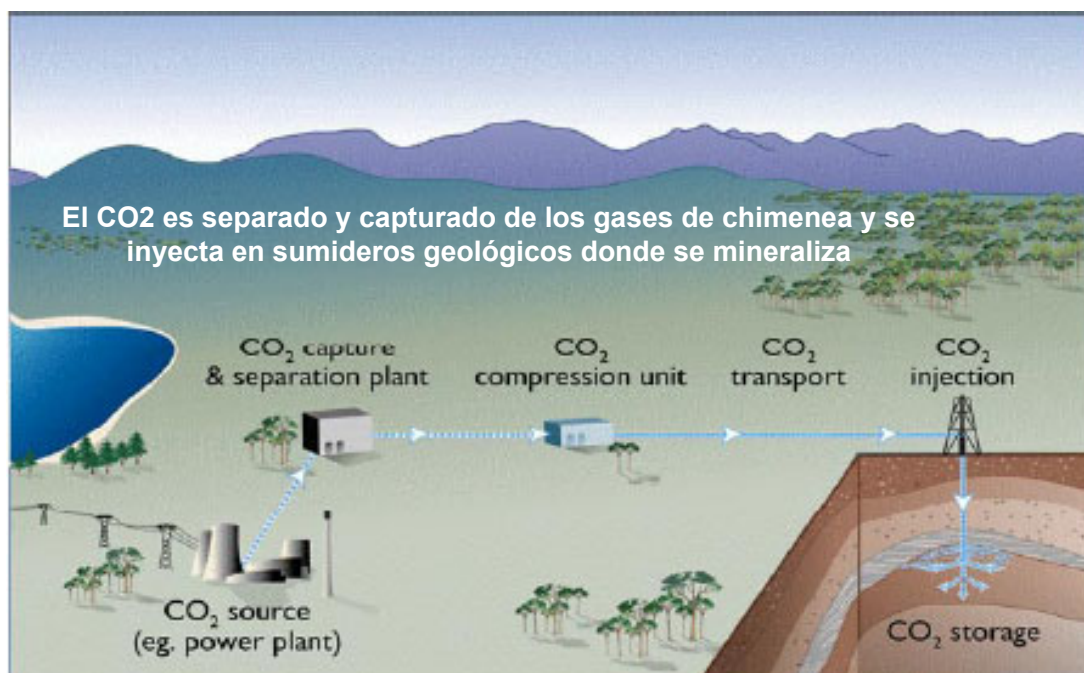
¿Pueden aprovecharse las ventajas y superarse los inconvenientes?

SI

¿Cómo? **Mediante la Captura y el Secuestro del CO₂**

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO₂



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

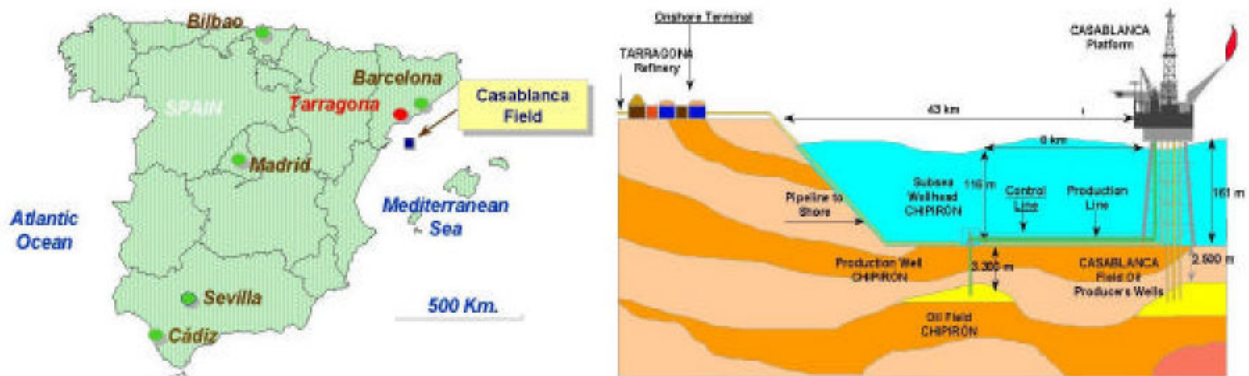
Captura y Almacenamiento del CO2



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO2

Casablanca oilfield (Spain, operated by Repsol).

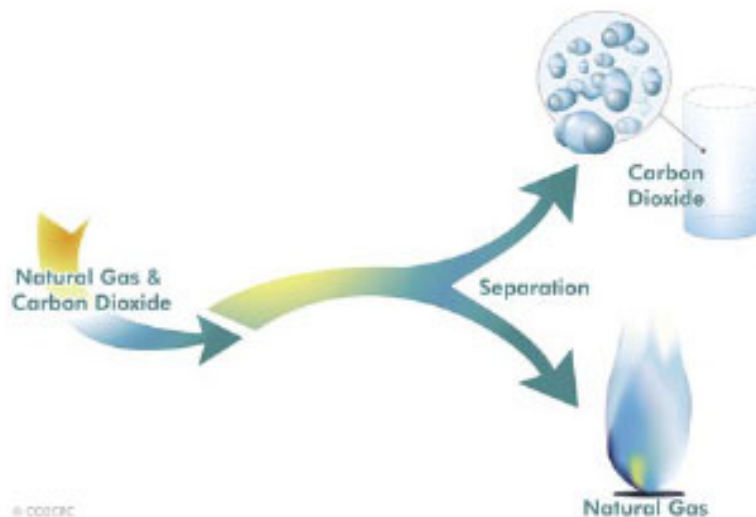


The Casablanca oil field is situated offshore northeastern Spain. This carbonate oil field at a depth of approximately 2500 m below the sea floor has reached its production tail, and production will soon cease. Repsol considers to use this field for storage of approximately 500 000 tonnes CO₂ per year, which is to be captured at the Tarragona refinery at 43 km distance from the field.

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO2

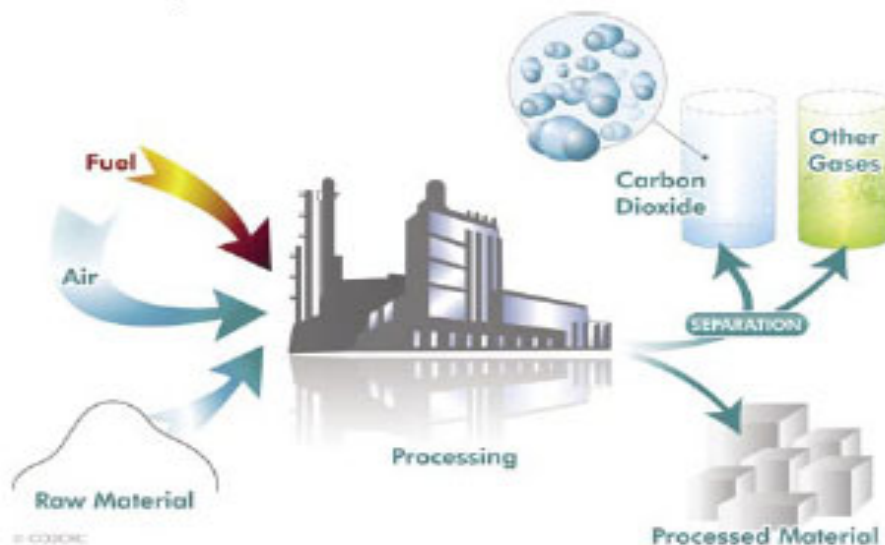
Capture from Natural Gas Processing



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

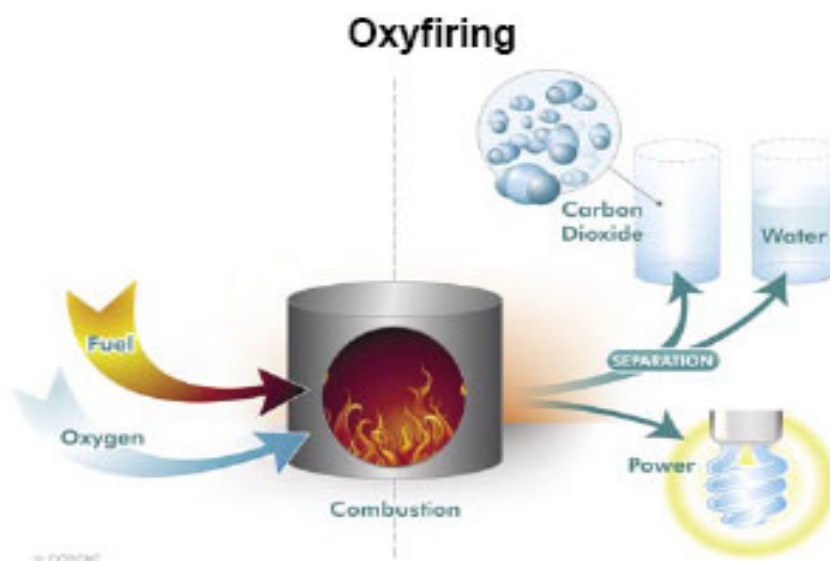
Captura y Almacenamiento del CO2

Capture from an Industrial Process



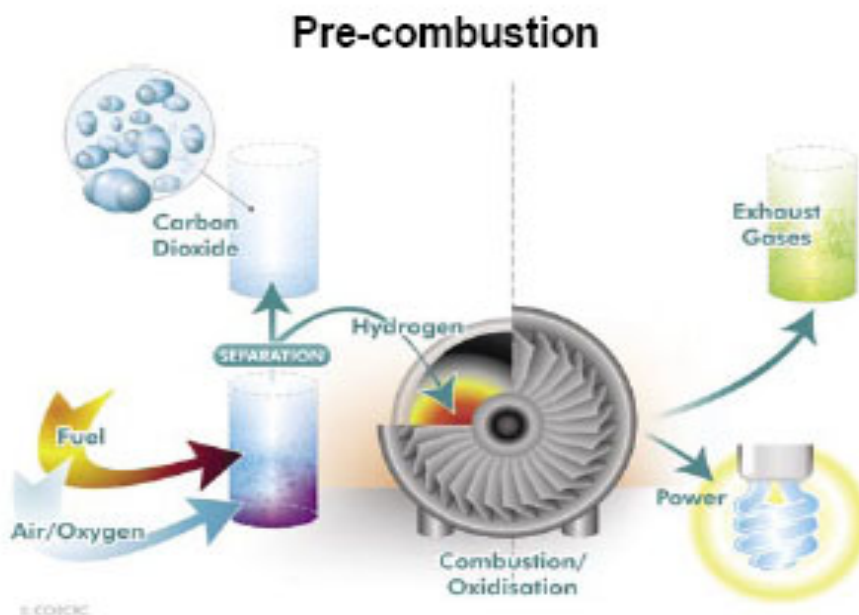
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO2



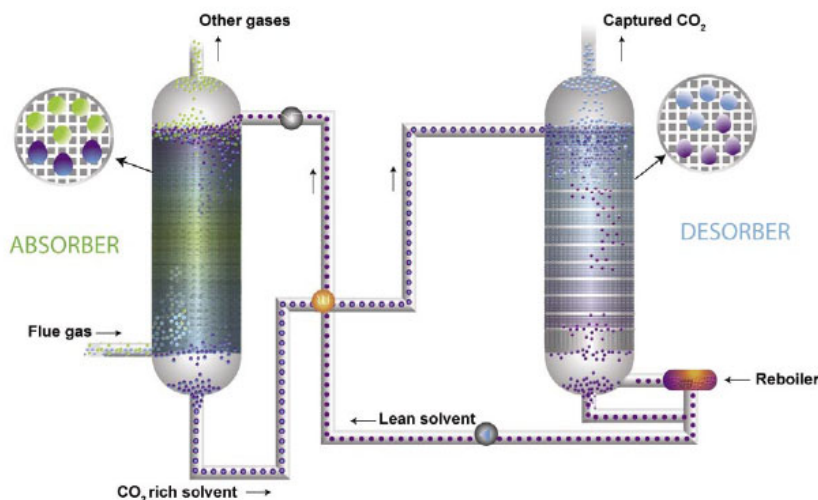
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO2



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO₂

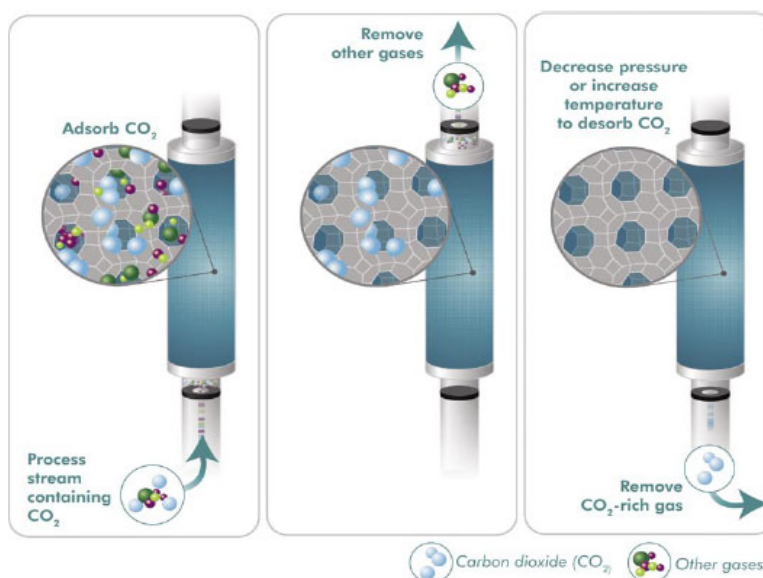


Flue gas containing CO₂ and other gases (mostly nitrogen from the air) enters the chamber containing the solvent. The solvent with the dissolved CO₂ is then removed from the chamber. The other gases are released as they are not absorbed by the solvent. Recovery of CO₂ from the solvent is called desorption. Heat or pressure can be used to trigger the release of CO₂ from the solvent, which may require considerable energy.

Image Source: CO2CRC

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Captura y Almacenamiento del CO₂



Adsorption occurs when a gas accumulates on the surface of a solid or a liquid, known as the adsorbent. Possible adsorbents include metal organic frameworks, zeolites and porous carbons. The gas mixture enters the adsorbent chamber and the CO₂ is trapped in the chamber, while the other gases pass through. The adsorbent with trapped CO₂ is then triggered to release the CO₂ by pressure or temperature, depending on the process.

Image Source: CO2CRC

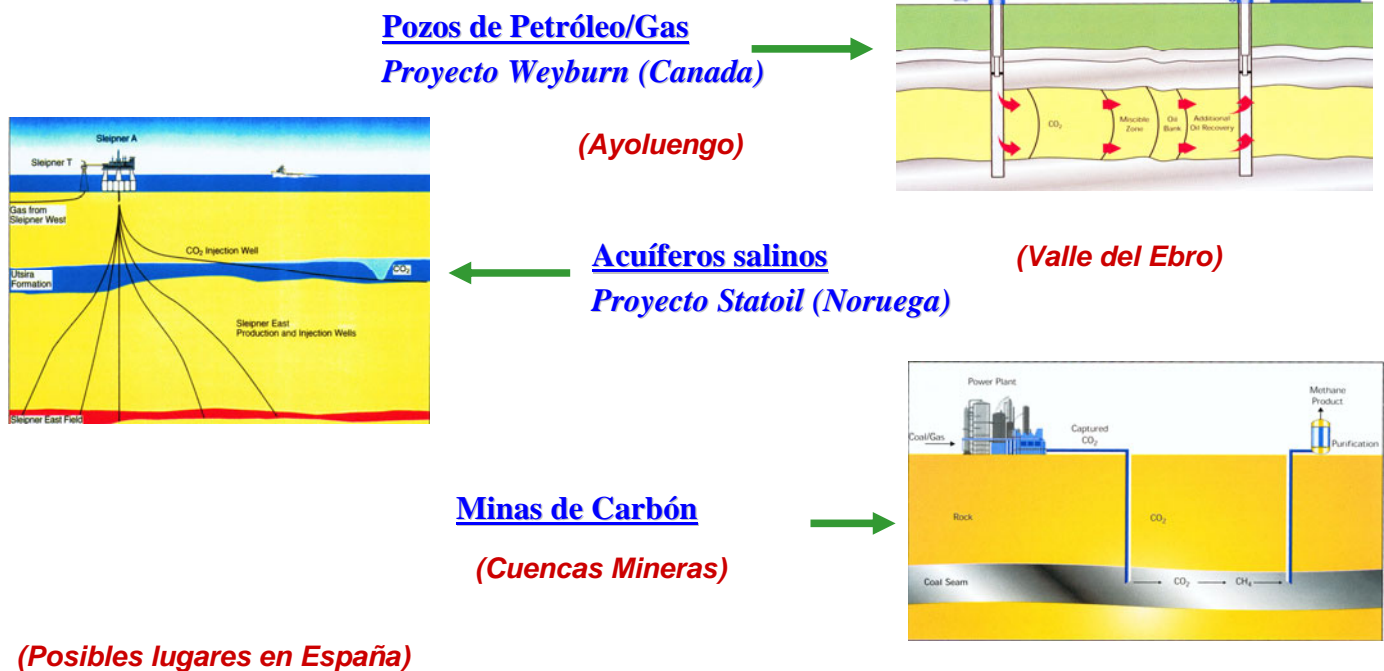
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Métodos de Captura del CO₂

- **Oxy-Combustión** **Compostilla (León) 30 Mw-300 Mw**
- **Pre-Combustión** **Puertollano (Ciudad Real) 14 Mw**
- **Post-Combustión** **La Pereda (Asturias) 1Mw-30 Mw**
- **Portadores de Oxígeno** **Goteborg (Suecia) 100 Kw**

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

ALMACENAMIENTO DE CO₂



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

ENERGIAS RENOVABLES

HIDRAÚLICA

EÓLICA

SOLAR FOTOVOLTAICA

SOLAR TÉRMICA

GEOTERMICA

BIOMASA



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

ALMACENAMIENTO DE ELECTRICIDAD RENOVABLE

Bombeo Hidráulico

- Gran escala (Limitado a disponibilidad de represamiento)
- Costo asumible

Baterías

- Pequeña escala (Hasta 2Mw/unidad)
- Elevados costos

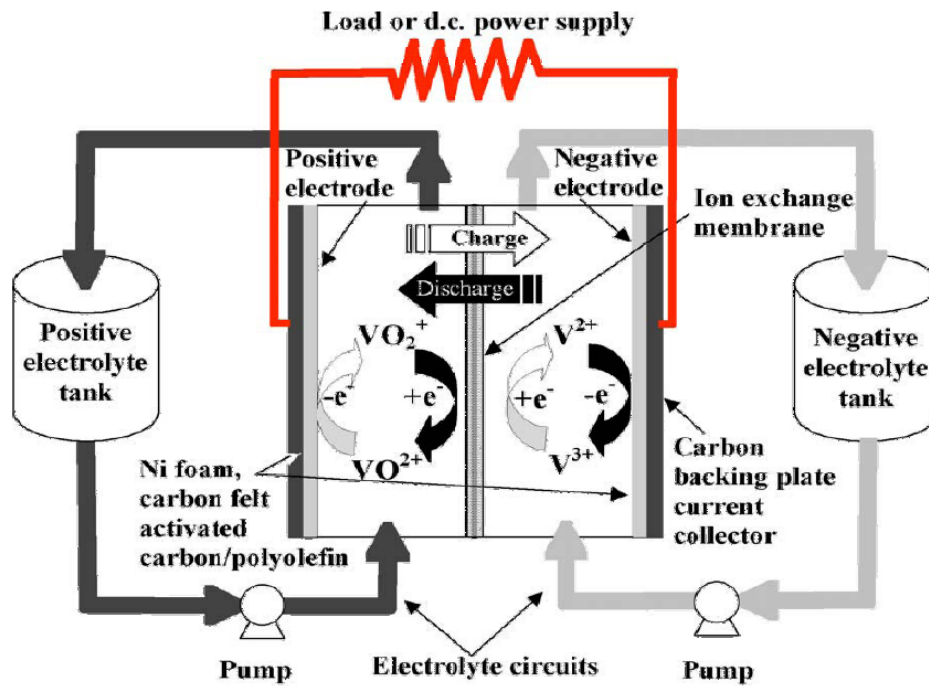
Producción de Hidrógeno

- Pequeña-Media escala (Hasta 4Mw/unidad)
- Elevados costos

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

ALMACENAMIENTO DE ELECTRICIDAD RENOVABLE

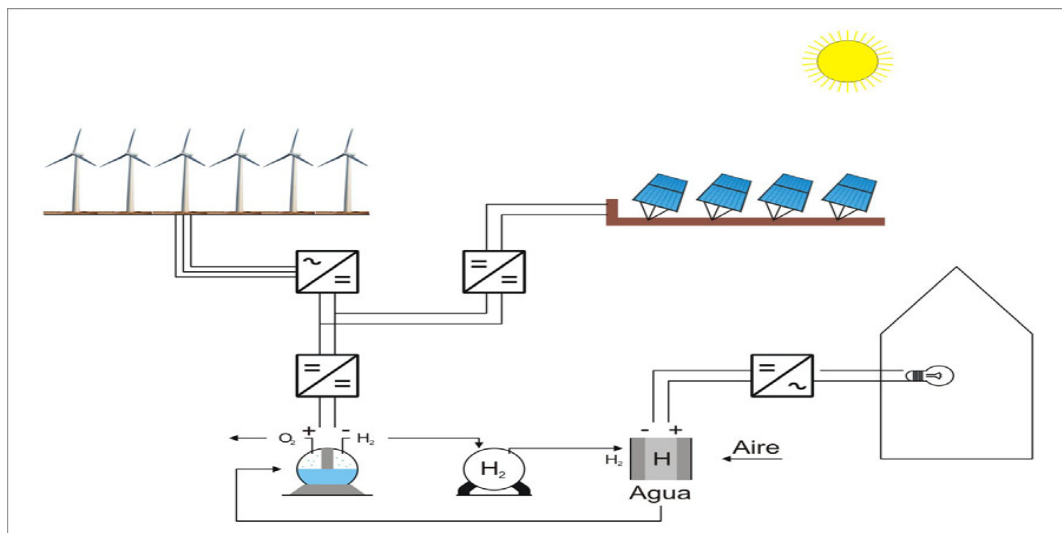
Baterías de Flujo Red-Ox



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

ALMACENAMIENTO DE ELECTRICIDAD RENOVABLE

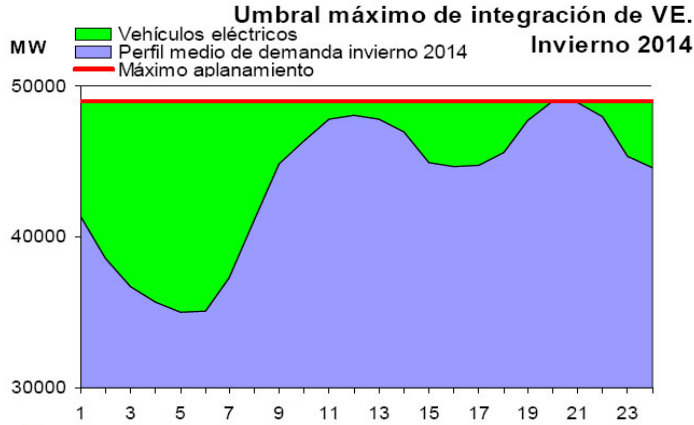
Ciclo Electricidad/Hidrógeno/Electricidad



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico



Con gestión inteligente

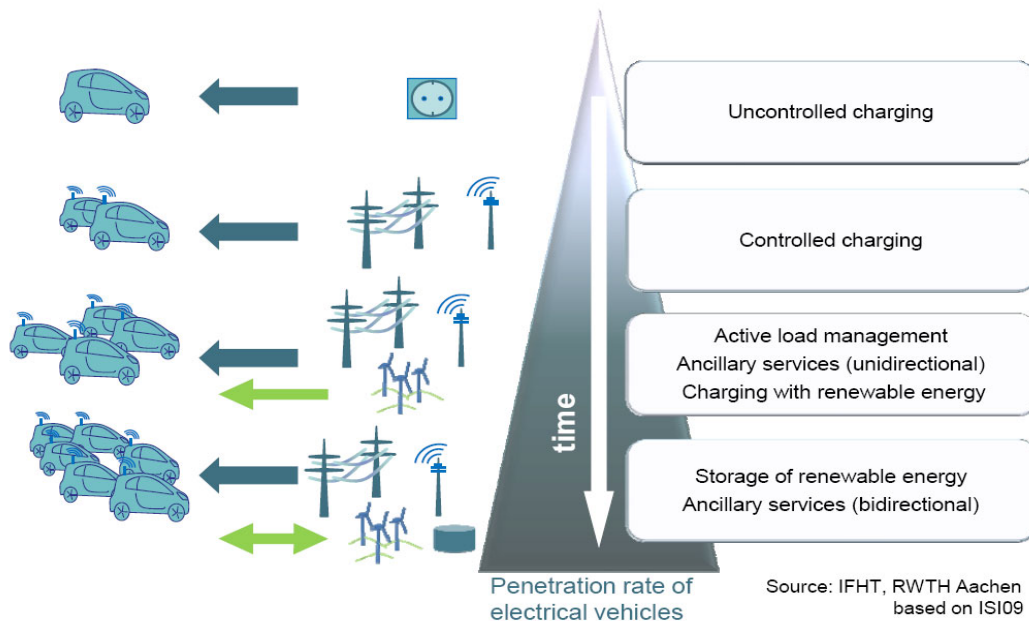
Ejemplo para un día tipo laborable de invierno

CAPACIDAD DÍA	130476 MWh
batería	20 kWh
Nº total vehículos eléctricos	6 523 819

Con un sistema de gestión inteligente coordinado óptimo, el sistema podría integrar en 2014 hasta 6,5 millones de vehículos eléctricos sin necesidad de inversiones en generación ni en red de transporte

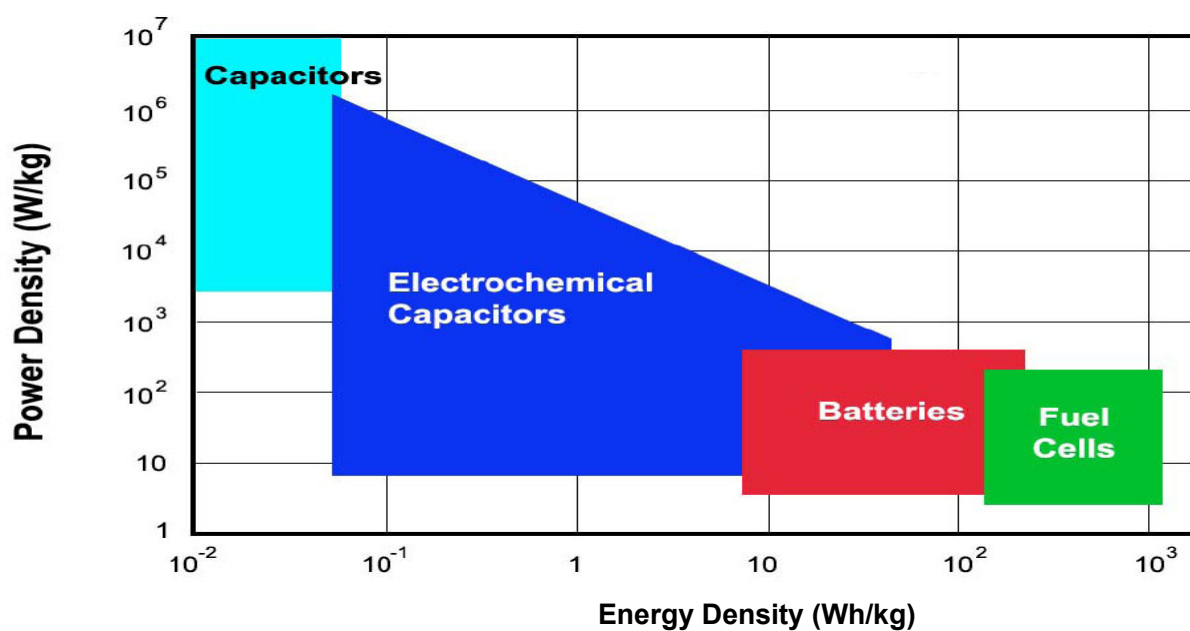
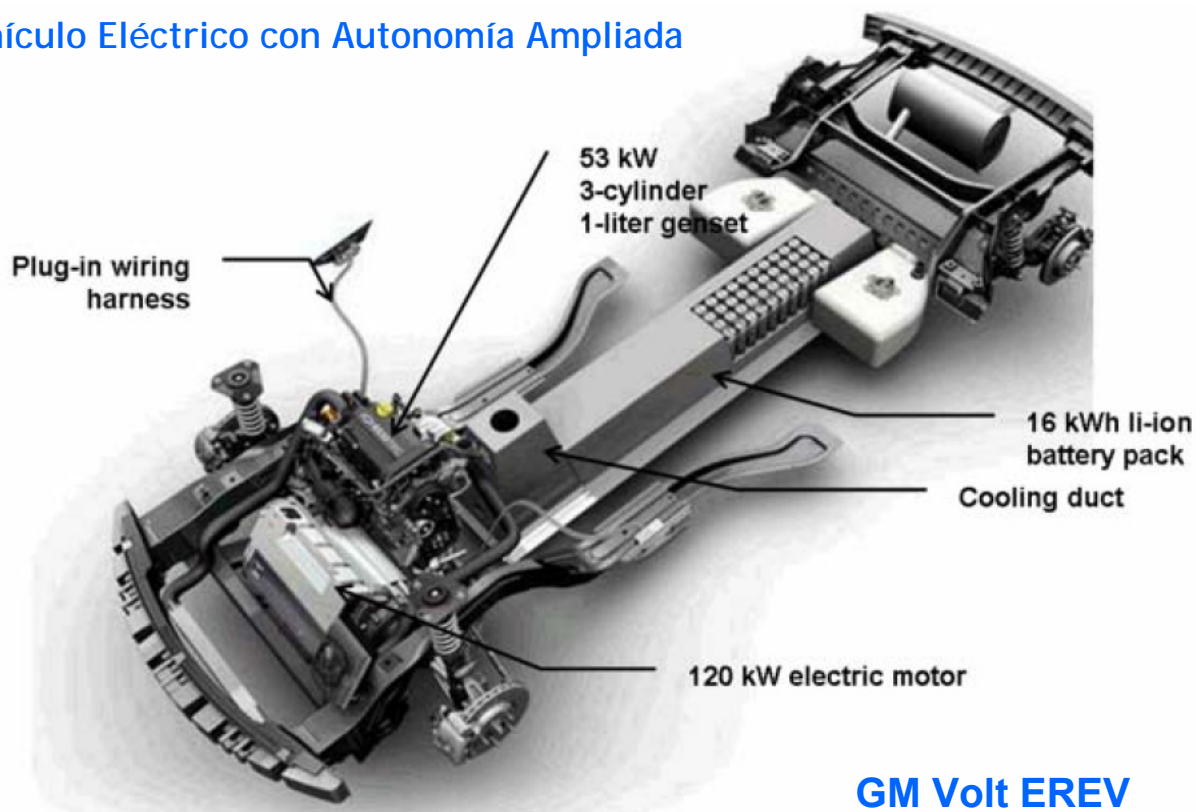
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Interaction between electric vehicles and the grid can get more complex with a growing share of electric and plug-in hybrid vehicles



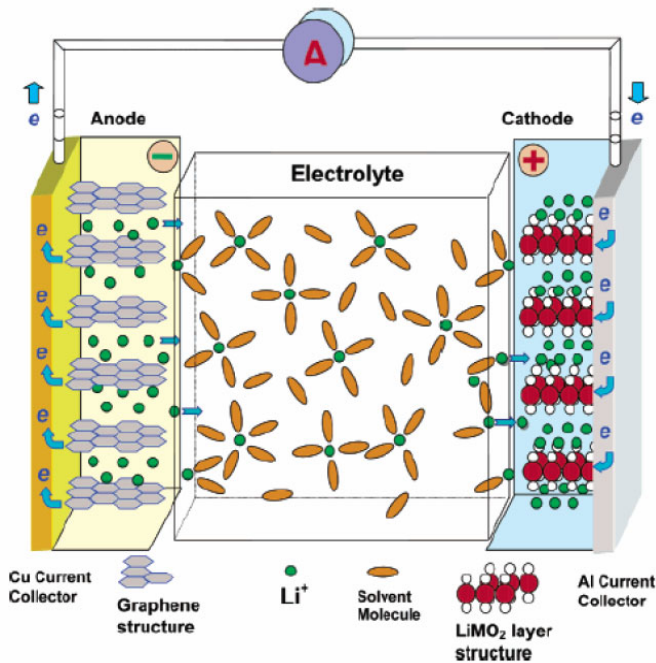
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Vehículo Eléctrico con Autonomía Ampliada



Comparación de las características de operación de diversos dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica

Baterías de ión Lítio

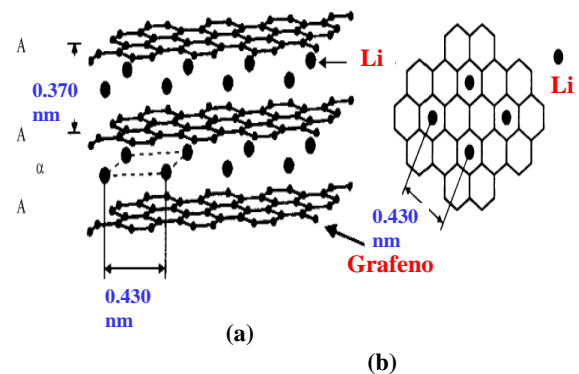
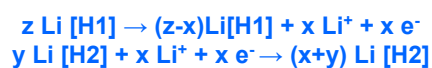
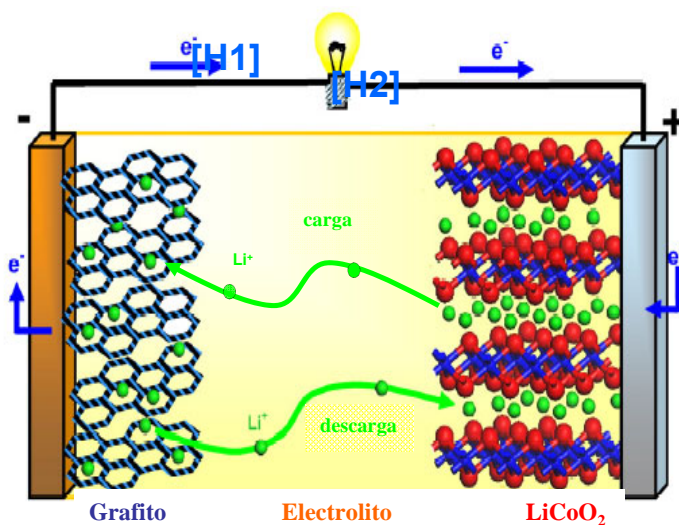


Electrolito: LiPF_6 disuelto en disolventes orgánicos

Prestaciones Típicas de las baterías de ión-Lítio

	Li-ion (LiCoO_2) (MoliCel, model ICR-18650J)	Li-ion (LiMn_2O_4) (MoliCel, model IMR26700)	Li-ion (LiFePO_4) (A123 Systems, ANR26650MI)
Nominal voltage	3.75 V	4.2-2.5 V	3.3 V
Nominal capacity	2.4 Ah	3.0 Ah	2.3 Ah
Energy density	188 Wh/kg; 520 Wh/l	285 Wh/l	
Power density		1500 W/kg at 20s	
Discharge current	4.0 A max		70-120 A (pulse)
Charge current	2.4 A max		10 A
Internal impedance			(1 kHz ac) 8 mΩ
Dimensions (mm, diam × length)	18.24×65 mm	26.4×70 mm	26×65 mm
Weight	47 g	47 g	70 g
Cycle life at 10°C, 100% DOD			> 1000 cycles
Operating temperature: discharge	-20 to 60°C		
charge	0 to 45°C		

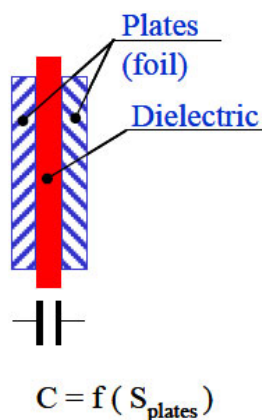
La Química proporcionará nuevos materiales para aumentar la capacidad (autonomía) de las baterías de ión-Li



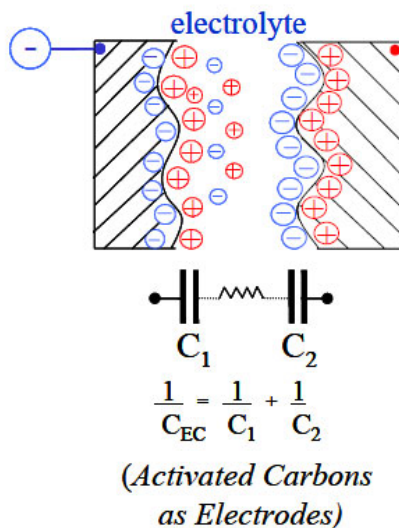
Estructura cristalina del compuesto de intercalación de litio en el grafito LiC_6 : (a) vista paralela y (b) vista perpendicular de las láminas aromáticas

Supercondensadores

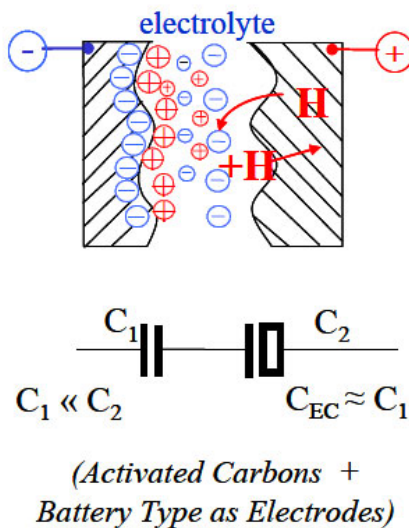
a. Conventional Capacitor



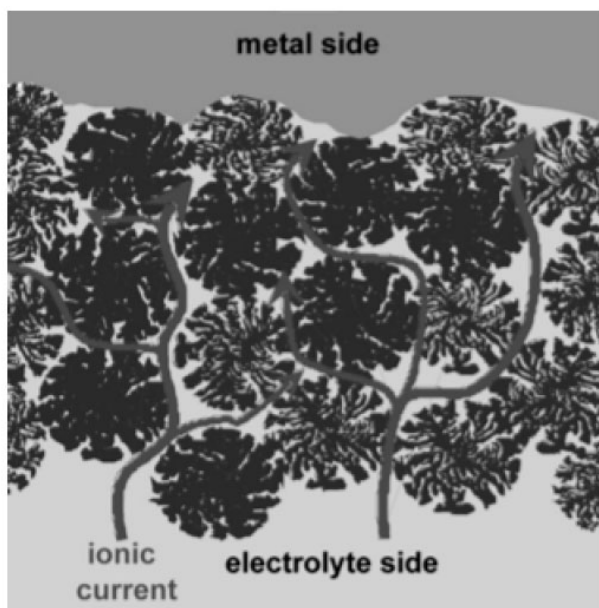
b. Electric Double Layer Capacitor



c. Asymmetric Capacitor



La Química proporcionará nuevos materiales para aumentar la capacidad (autonomía) de los supercondensadores



Modelo de línea de transmisión para la dinámica de carga de electrodos EC.

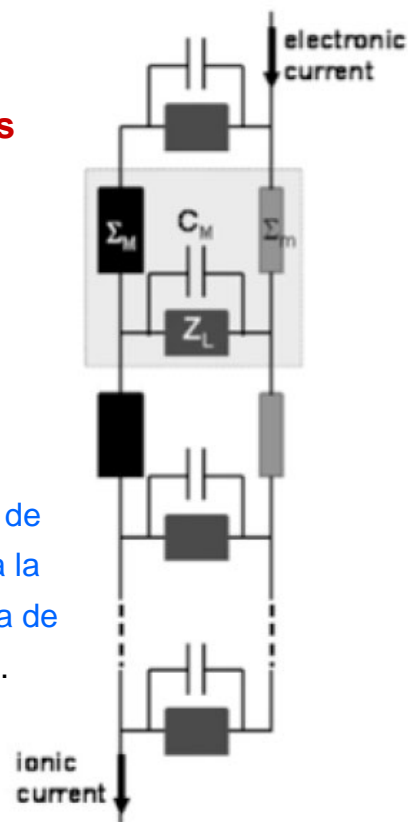
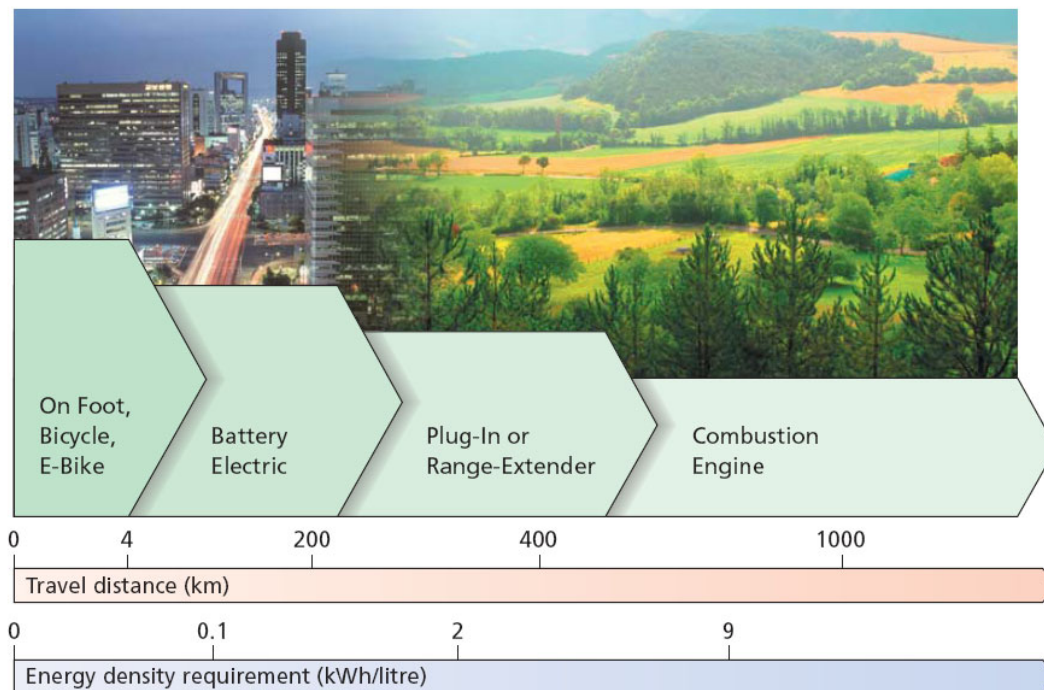
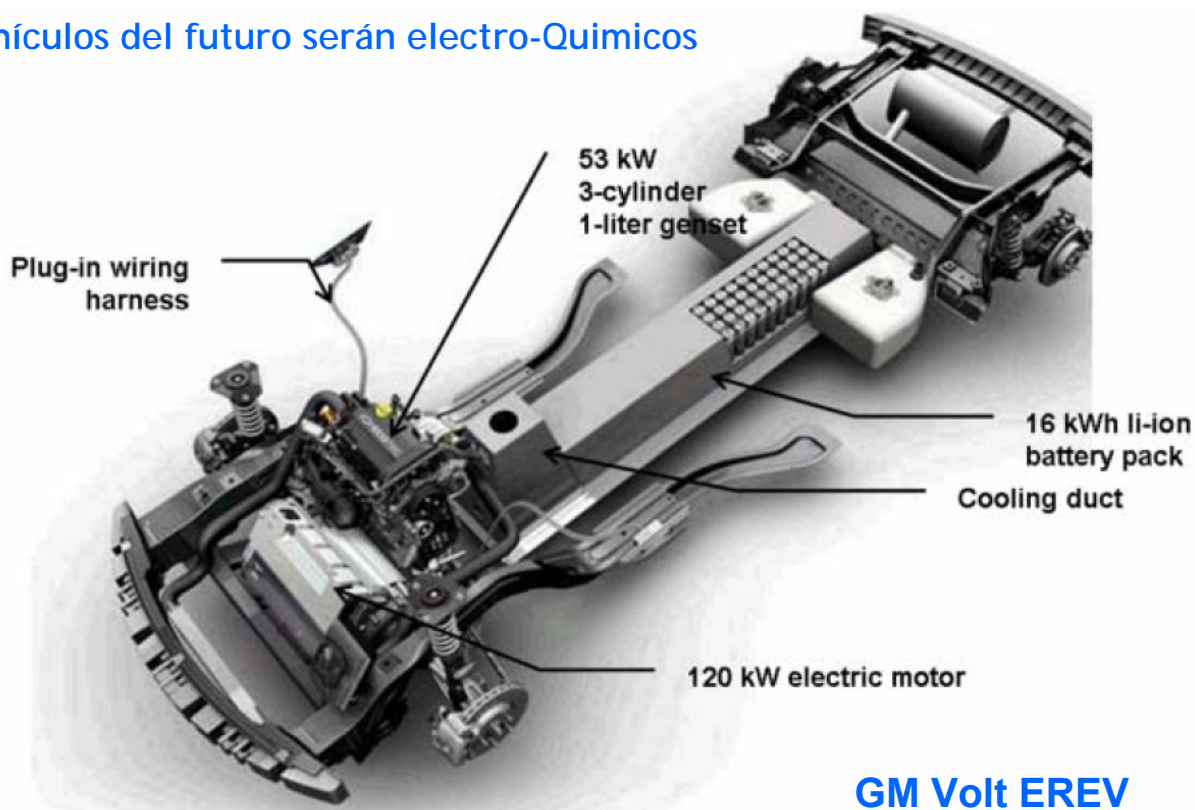


Figure 5 Mobility solutions for both urban and long-distance travel



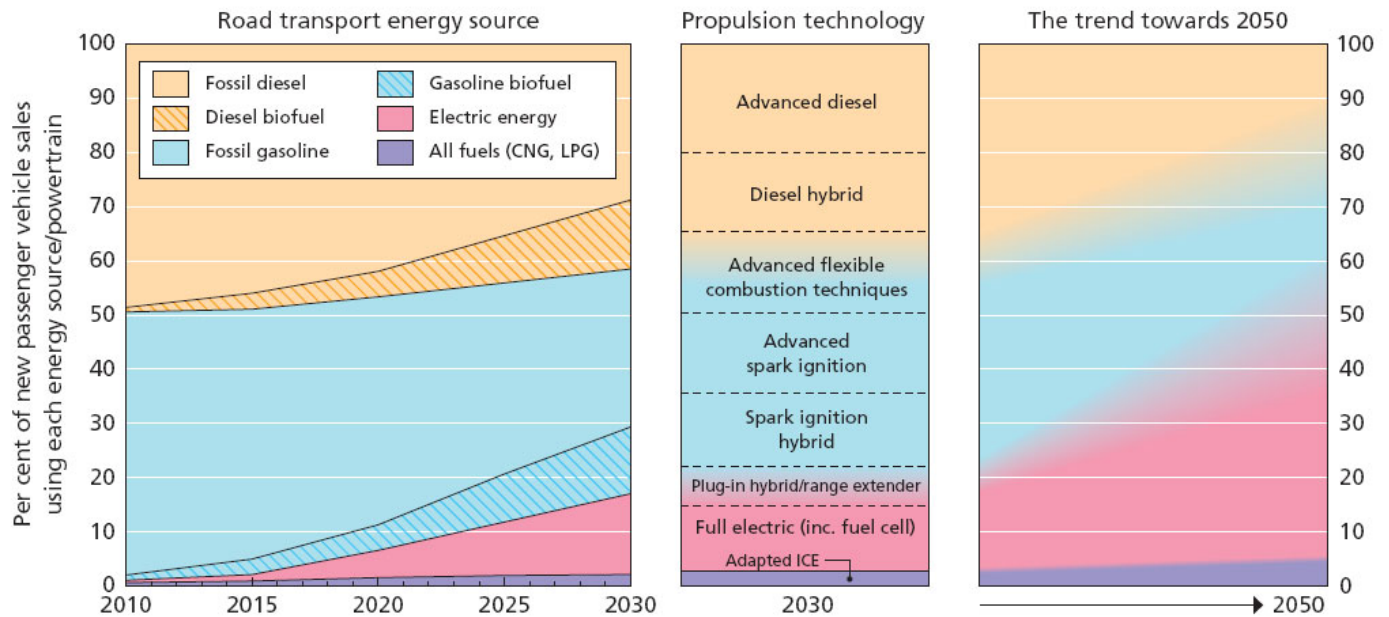
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Los vehículos del futuro serán electro-Químicos



GM Volt EREV

Figure 3 The evolution of passenger road transport energy source and propulsion technology, towards 2050



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

La Química proveerá de Biocombustibles de Segunda generación

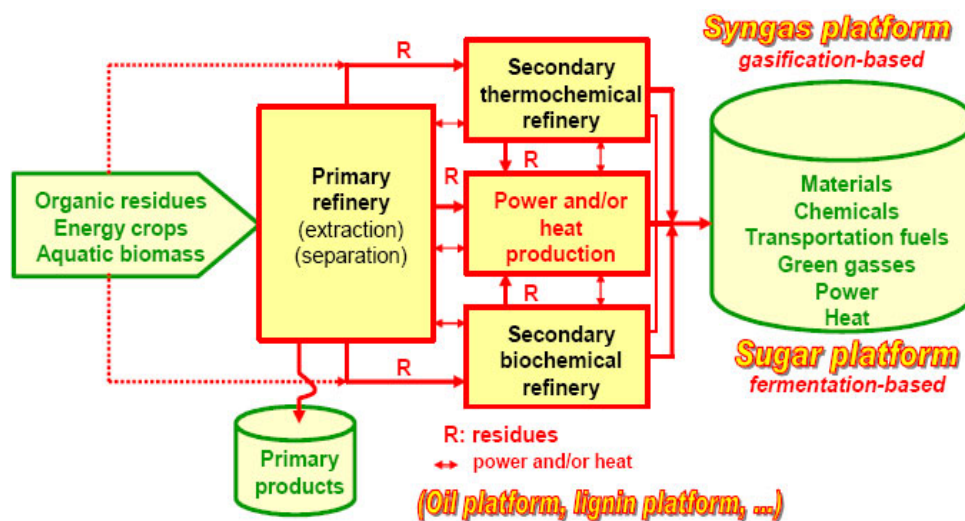
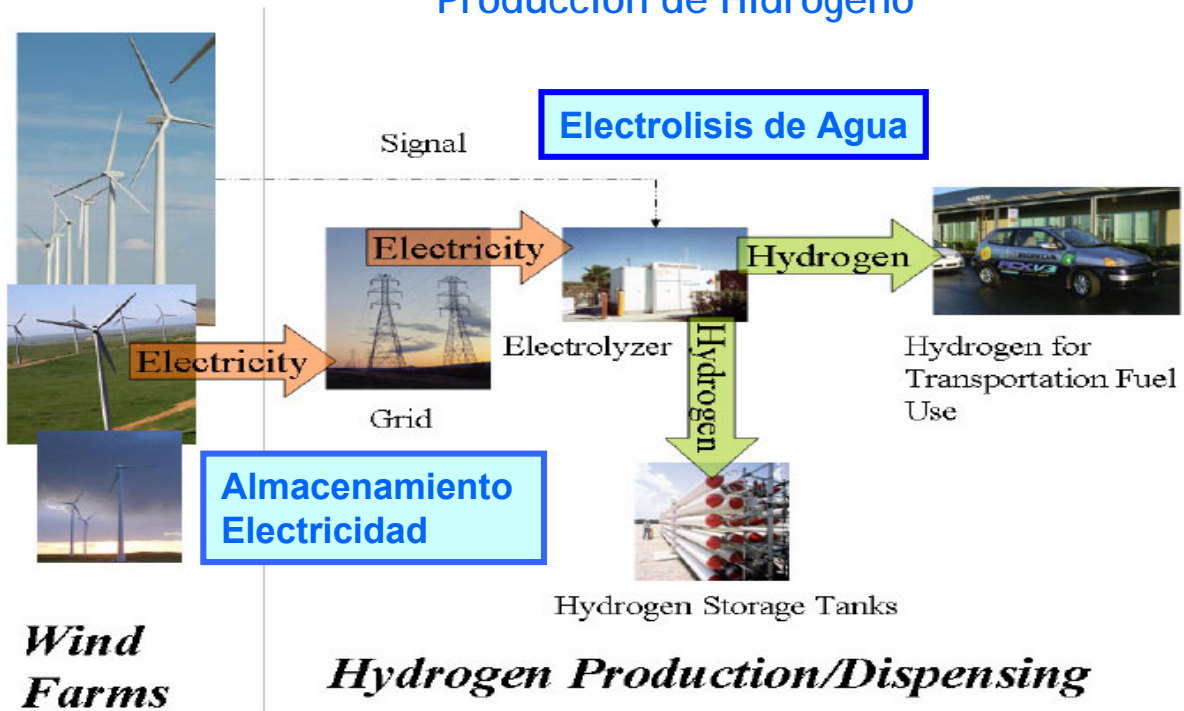


Figure 4.4 Biorefinery integrating biochemical and thermochemical transformation pathways

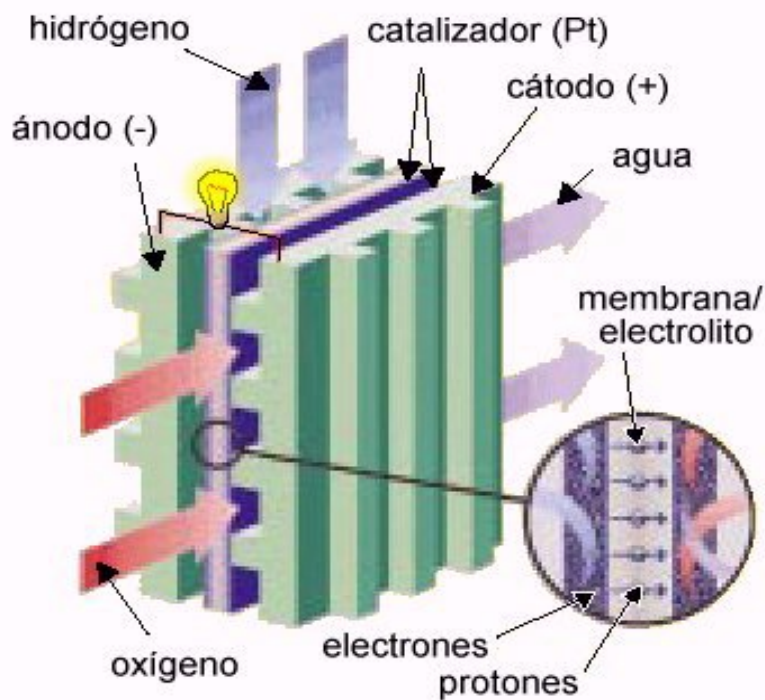
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Producción de Hidrógeno



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Célula de Combustible de Membrana de Intercambio de Protones



Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Elementos de las PEMFC

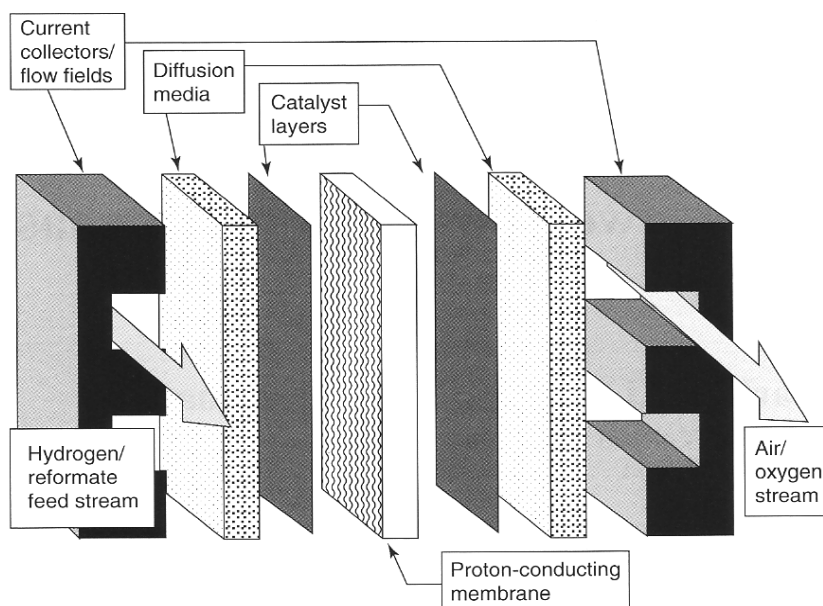


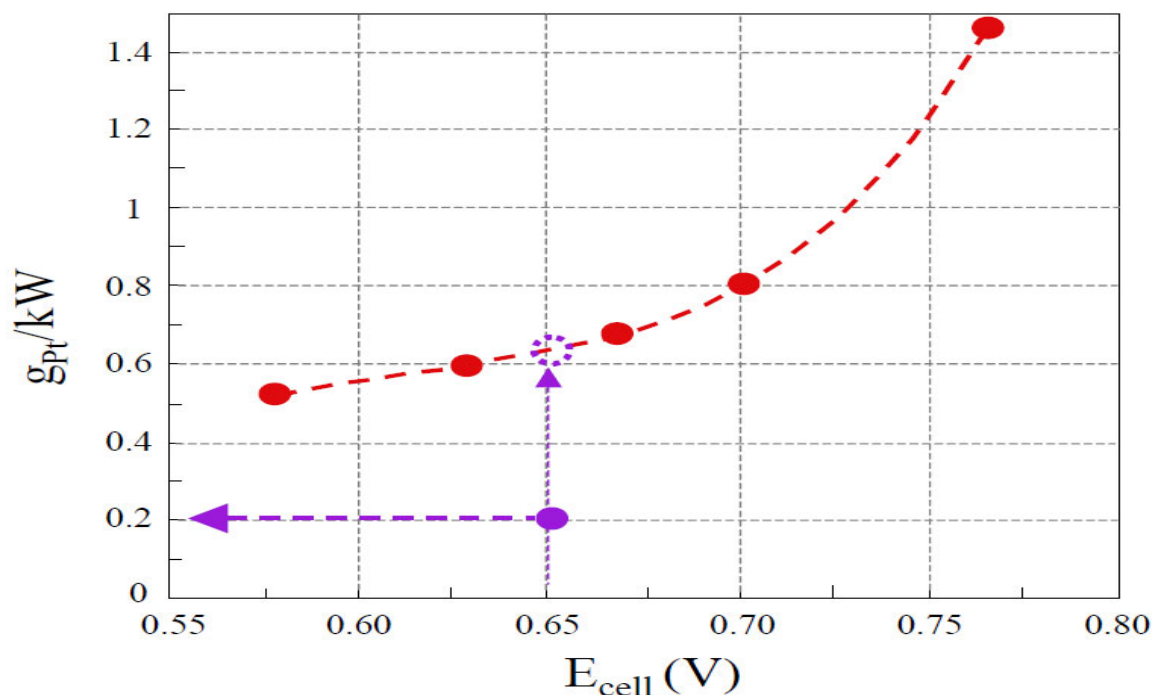
Figure 1. Schematic diagram of a hydrogen polymer electrolyte membrane fuel cell.

Necesidades de Investigación en PEMFC

- Membranas de Alta Temperatura (>120 °C)
- Reducción Cargas de Pt en el Catalizador
- Aumentar la Estabilidad Química de los Soportes
- Reducir la Sensibilidad al CO de los Catalizadores
- Reducir Peso y Costo Placas Bipolares

**La Química proporcionará
nuevos materiales para
aumentar las prestaciones y
reducir los costos de las Pilas de
Combustible**

Pilas de Combustible PEM: Carga de Platino



Función del Soporte del Electrocatalizador:

Mantener las fases catalíticamente activas en un estado altamente disperso

- Nanofibras de carbon (CNF)
- Carbones ordenados mesoporosos
- Carbon nanocoils (CNC)

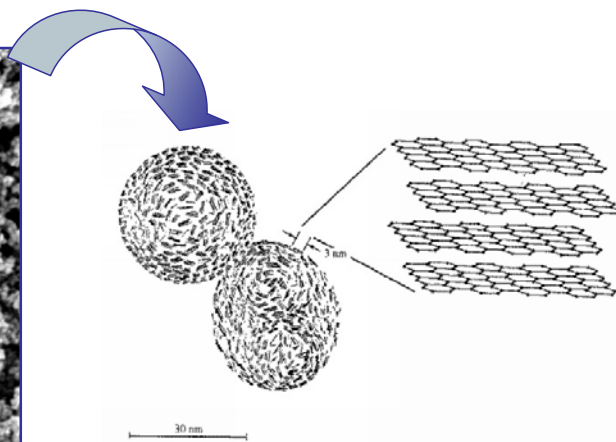
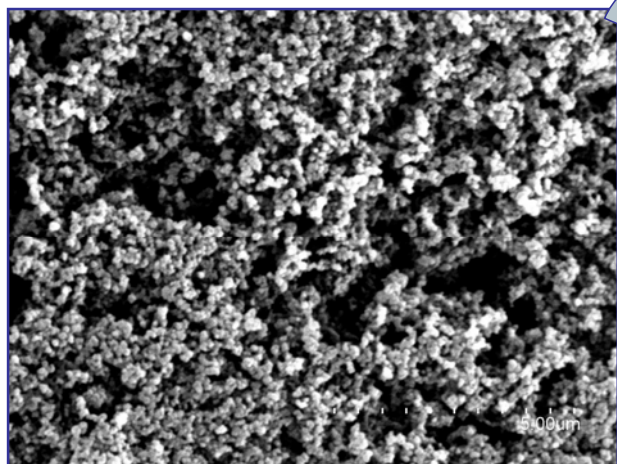
Requisitos del Soporte

1. Alta área superficial
2. Estructura mesoporosa
3. Alta Conductividad electrónica
4. Grupos funcionales superficiales

- ✓ Para lograr dispersiones grandes de metal, que generalmente se traduce en una elevada actividad catalítica.
- ✓ Recientemente, se están desarrollando nuevos soportes no convencionales de carbono para facilitar el transporte de electrones durante las reacciones electroquímicas, con el objetivo de mejorar significativamente el rendimiento de los electrocatalizadores de pilas de combustible.
- ✓ Para mejorar la interacción entre las nanopartículas del catalizador y el soporte.

Vulcan XC-72R

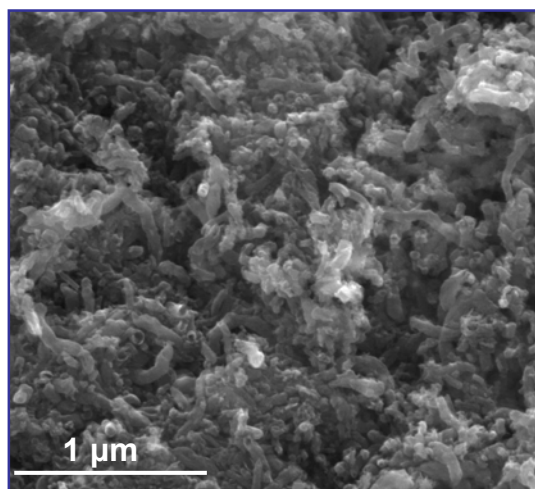
SEM



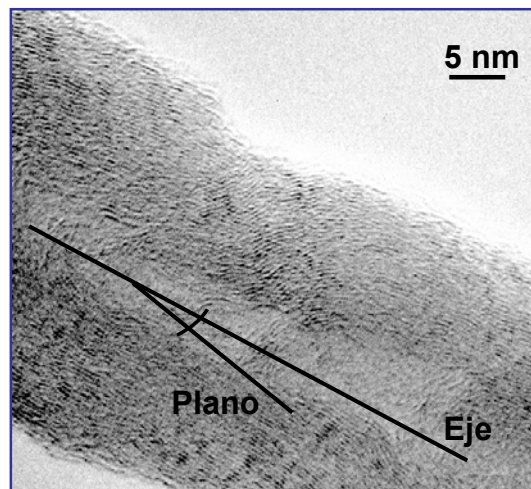
❑ Estructura turbostrática

Nanofibras de carbono, CNF

SEM

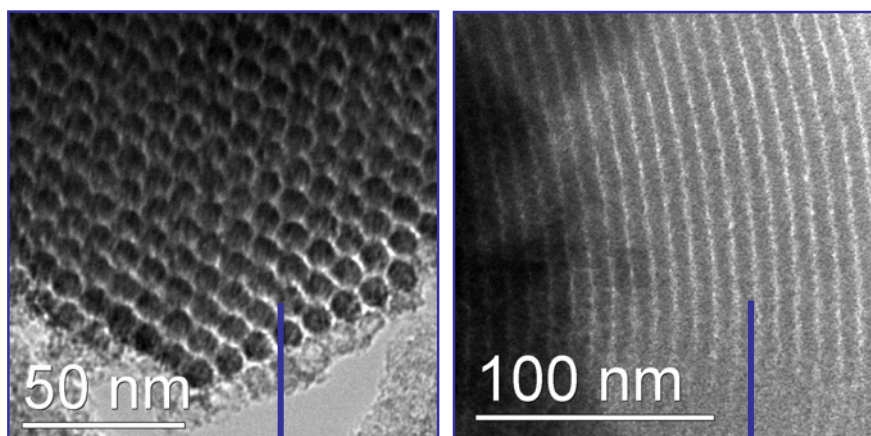


TEM



Carbono mesoporoso ordenado, CMK-3

TEM

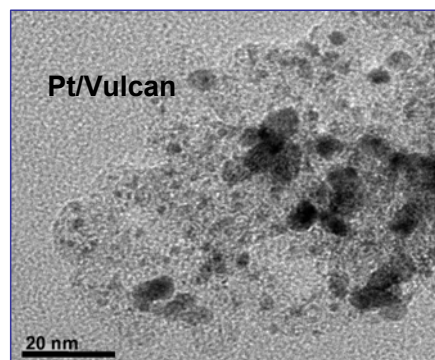
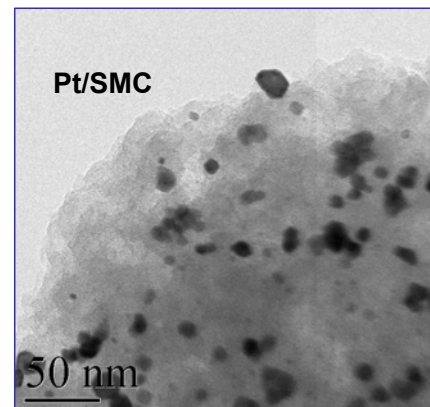
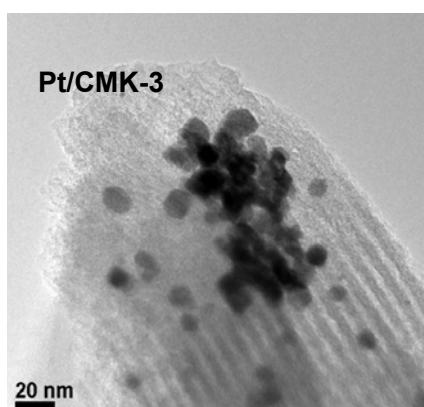
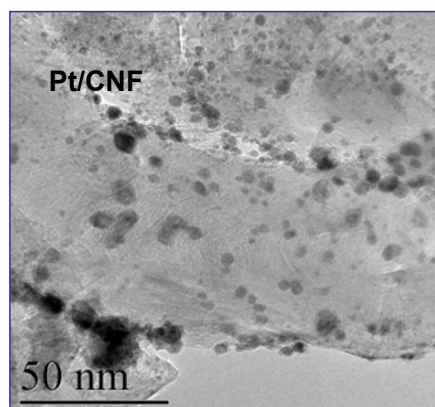


Barras hexagonales

Canales paralelos

Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

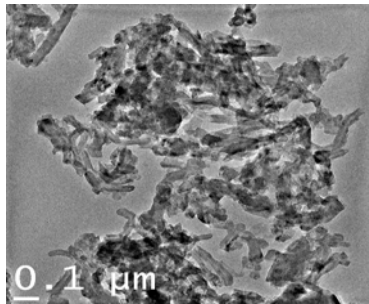
Electrocatalizadores sobre diversos soportes carbonosos



❑ Los nuevos soportes desarrollados mejoran significativamente las prestaciones de los electrocatalizadores

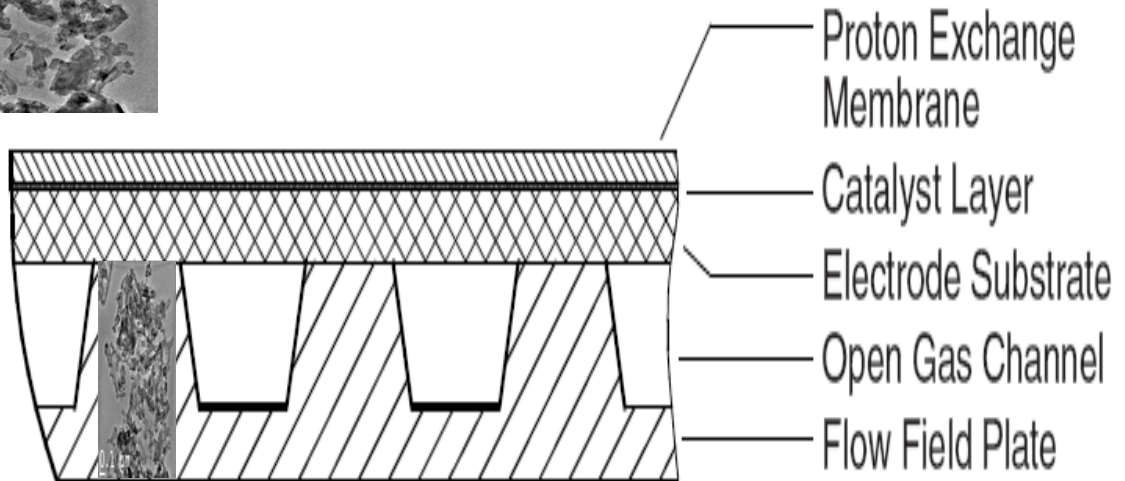
Los avances de la Química 2010: La Química contribuirá a resolver el problema energético

Placas bipolares fabricadas por moldeo de Materiales compuestos basados en CNF grafitizadas y una resina polimérica

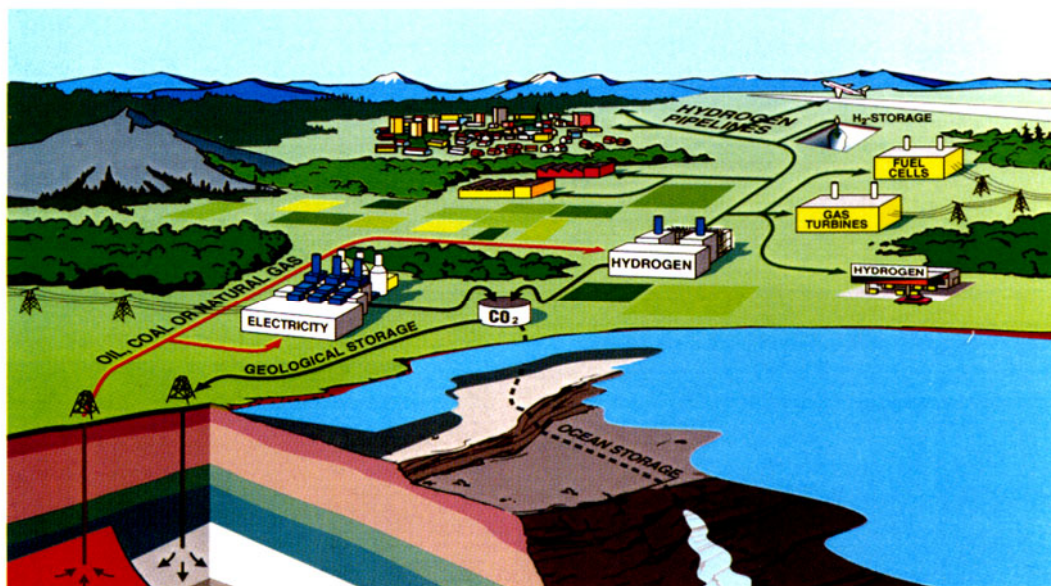


PB de Grafito Convencional:

- Pesadas (80% Peso PEMFC)
- Baja Conductividad Transversal
- Caras de Preparar (Mecanizado)



La Química contribuirá a resolver los retos del Abastecimiento Energético



Los Avances de la Química:
La Química contribuirá a resolver el problema energético



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

