



El problema energético mundial

Eduardo Romero
Director de Tecnología, Refino, Marketing y GLP
REPSOL

 **Curso Fronteras de la Energía**
Centro de Ciencias de Benasque "Pedro Pascual"
5-10 de Julio de 2009

Directores del curso:
Angeles G. Borrego y Carlos Abanades (INCAR-CSIC)

Tenemos una hora para hablar de ...



1. El problema energético mundial

- Factores clave del desarrollo energético. El problema
- Estrategias / soluciones / retos
- Políticas / prioridades regionales, y sostenibilidad global
- Conclusiones – el problema
- Conclusiones – fuentes de energía
- Conclusiones – aspectos tecnológicos de la energía

2. El petróleo

- 2.1. Exploración y producción
 - *Demanda*
 - *Fuentes*
- 2.2. Transformación y productos
 - *Proyecciones*
 - *Refino de crudos no convencionales*
- 2.3. Conclusiones

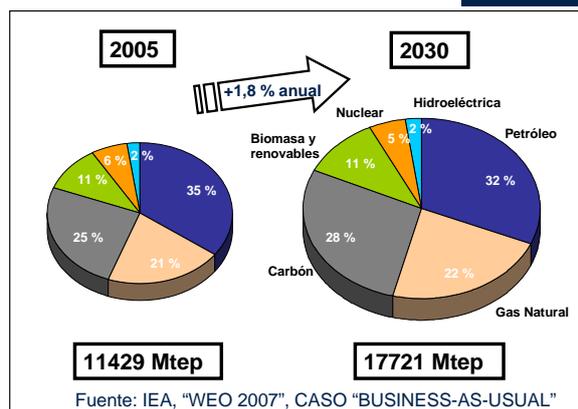
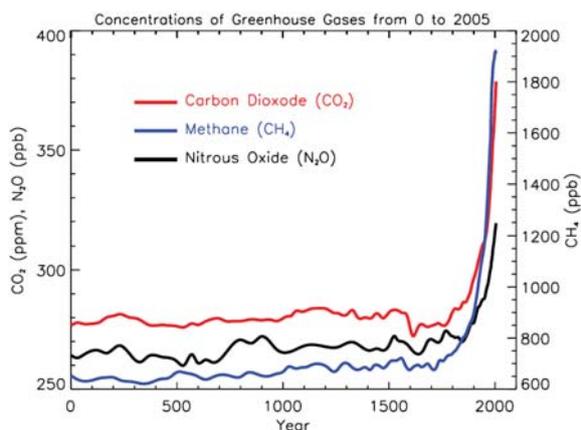
SOSTENIBILIDAD

Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

Principio 3.º de la Declaración de Río (1992), del Informe Brundtland (1987), Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, de la Asamblea de las Naciones Unidas

Los grandes desafíos en el futuro de la energía

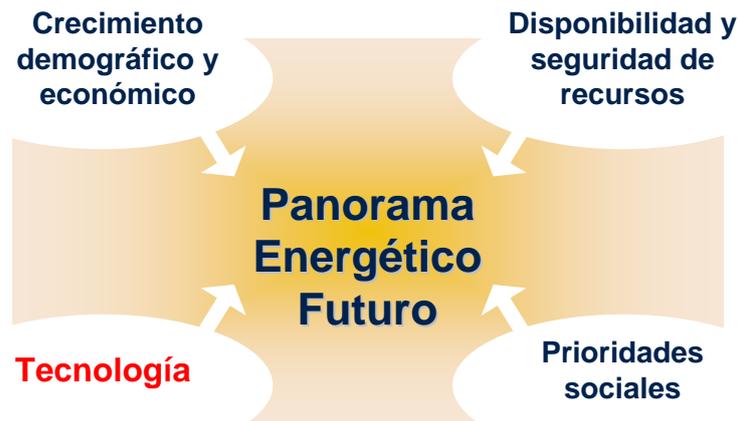
1. Satisfacer la **creciente demanda de energía** para alcanzar cotas razonables de bienestar social y económico, con suministros estables y seguros. Impulsada por gigantes emergentes como China e India



2. Hacerlo de forma **medioambientalmente aceptable**, equilibrando la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y particularmente del dióxido de carbono (CO₂), en niveles que no supongan una amenaza para el clima

Los factores clave

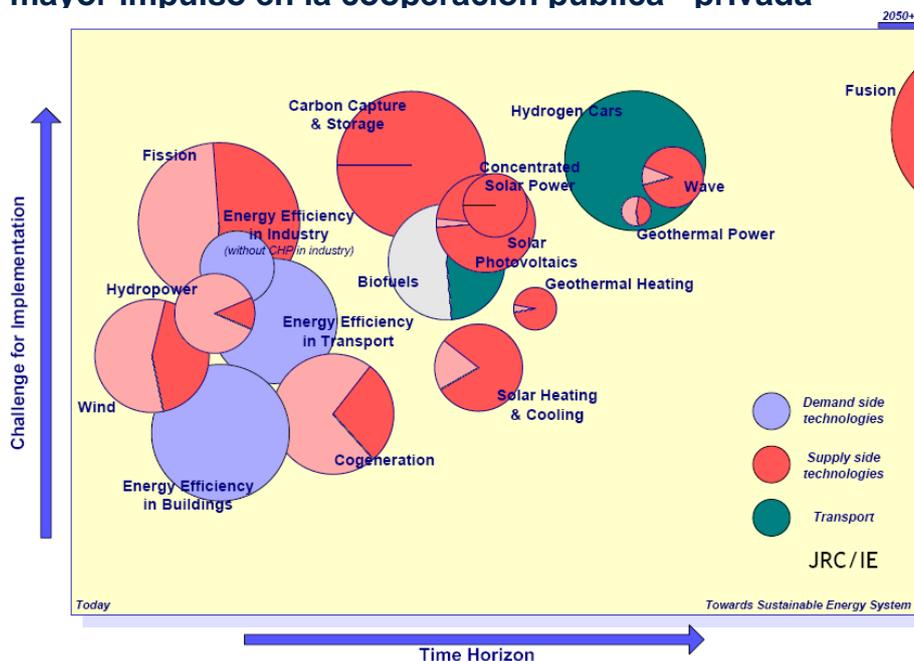
1. El crecimiento demográfico y económico como principal vector de la demanda de energía
2. La disponibilidad de recursos energéticos, su coste y seguridad de suministro
3. Las necesidades sociales y cómo se prioricen (bienestar socio-económico, protección ambiental, ...)
4. Las **TECNOLOGÍAS** como agente de cambio



5

Mapa de tecnologías para el "Strategic Energy Technology Plan" (Europa)

- Un agente fundamental para afrontar los desafíos y el cambio lo serán las **NUEVAS TECNOLOGÍAS**: importante esfuerzo de inversión en I+D, con un mayor impulso en la cooperación pública - privada

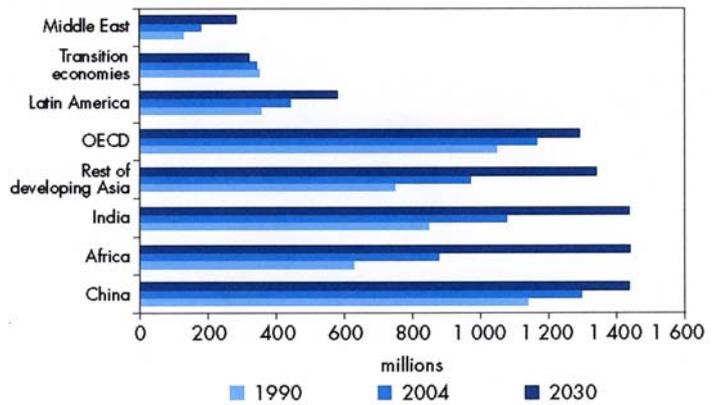


(Fuente: Joint Research Center, institute of Energy, 2007)

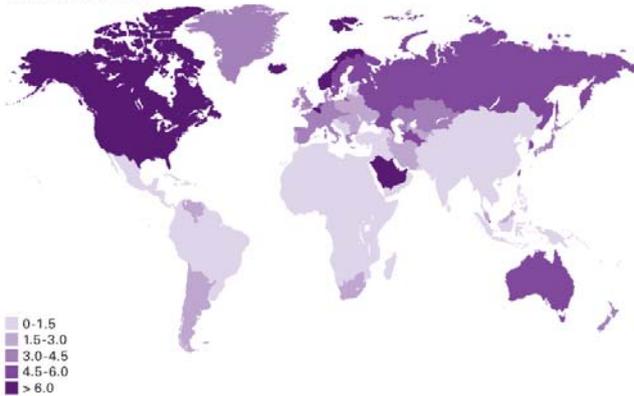
6

El crecimiento de los países en desarrollo

Cada tres años la población mundial se estima que se incrementará en 300 millones de personas, 1% de crecimiento anual promedio. El 95% del incremento de la población mundial se dará en los países en desarrollo



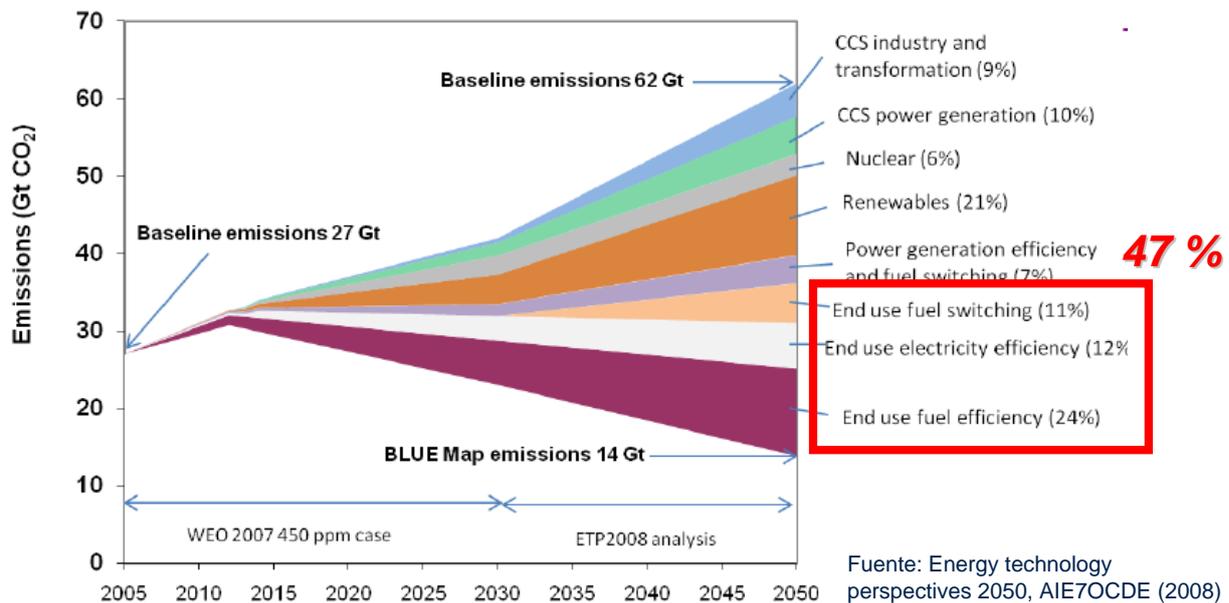
Consumption per capita 2008
Tonnes oil equivalent



El crecimiento de la demanda energética, acompañado de un crecimiento en nivel económico, provendrá fundamentalmente de los países en desarrollo, impulsado por gigantes emergentes como China e India

Las vías para reducir emisiones de CO₂

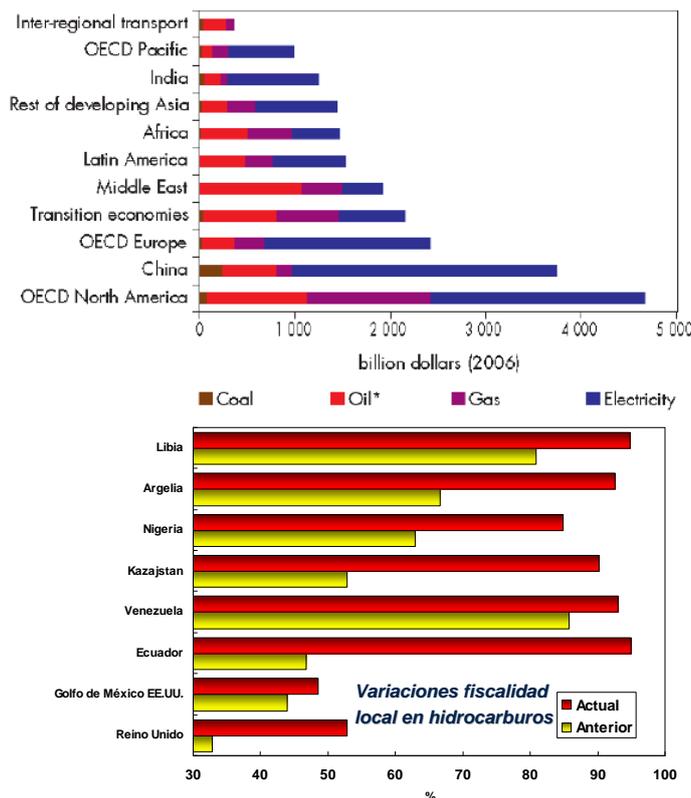
A New Energy Revolution.... Cutting Energy Related CO₂ emissions



La necesidad de inversiones



- 22 billones de dólares del año 2006 se estima que es la inversión necesaria realizar para hacer frente al crecimiento de la demanda de energía hasta el año 2030. Cerca de la mitad de esta inversión se producirá en los países en desarrollo
- Los mercados libres, la seguridad legal y la dependencia mutua de todos los grupos de interés son aspectos imprescindibles a considerar para garantizar que las inversiones se lleven a cabo en el tiempo necesario



9

Políticas y prioridades regionales



- Las políticas que se adopten mundialmente, regionales o nacionales, juegan un papel crítico de impulso de unas alternativas frente a otras

Región	2005-2020	2020-2035	2035-2050
África	Foco en accesibilidad	Foco en accesibilidad y disponibilidad	Foco en aceptabilidad – reducción en el crecimiento de emisiones
Asia	Foco en accesibilidad y disponibilidad	Foco en disponibilidad y accesibilidad	Foco en aceptabilidad – reducción en el crecimiento de emisiones
Europa	Foco en aceptabilidad – reducción en el crecimiento de emisiones	Foco en aceptabilidad – estabilización en el crecimiento de emisiones	Foco en aceptabilidad – economía de bajo carbón
Latinoamérica	Foco en accesibilidad	Foco en disponibilidad	Foco en aceptabilidad – reducción en el crecimiento de emisiones
Norteamérica	Foco en aceptabilidad – reducción en el crecimiento de emisiones	Foco en aceptabilidad – estabilización en el crecimiento de emisiones	Foco en aceptabilidad – economía de bajo carbón

(Fuente: "Deciding the future: Energy policy scenarios to 2050", World Energy Council, 2007)

La sostenibilidad

- El aspecto de la **SOSTENIBILIDAD** como baremo del impacto que tendrán en la sociedad de hoy y mañana las soluciones que se presenten en el recorrido para resolver los desafíos del futuro de la energía jugará un papel cada vez más importante:

Certificación de SOSTENIBILIDAD

- A lo largo de 2009 se establecerán los principios de sostenibilidad que permitan elaborar un *Sistema de certificación sostenible para biocombustibles* que se prevé extender a las energías renovables

✓ p.e. para biocombustibles se discute:

- ✓ El cambio de uso de la tierra
- ✓ La disminución de emisiones G.E.I.
- ✓ La disminución – destrucción de carbono en el suelo
- ✓ Protección de la diversidad biológica
- ✓ Competencia por alimentación humana
- ✓ Degradación del suelo y la deforestación
- ✓ Contaminación o afectación de los recursos de agua
- ✓ Contaminación del aire
- ✓ Prosperidad de las sociedades locales afectadas
- ✓ Derechos de los trabajadores
- ✓ Derechos de acceso a la tierra y relaciones con las comunidades



11

Conclusiones

1. El mundo se enfrenta a un suministro energético a futuro que habrá de dar respuesta a dos requerimientos fundamentales:
 - Satisfacer la creciente demanda de energía con suministros estables y seguros
 - Hacerlo de forma medioambientalmente aceptable, en particular equilibrando la concentración del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera
2. Un agente fundamental para afrontar los desafíos y el cambio lo serán las nuevas tecnologías: importante esfuerzo de inversión en I+D, con un mayor impulso en la cooperación pública – privada
3. Las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía indican que se requerirán 22 billones de dólares de nueva inversión hasta 2030
4. El disponer de los recursos humanos capacitados frente al futuro de las tecnologías de la energía también representan un desafío adicional
5. La dependencia entre todos los grupos de interés y los factores que intervienen es imprescindible en términos de sostenibilidad
6. El crecimiento es de tal magnitud que habrá que recurrir a todas las fuentes de energía viables, sin desechar ninguna

12

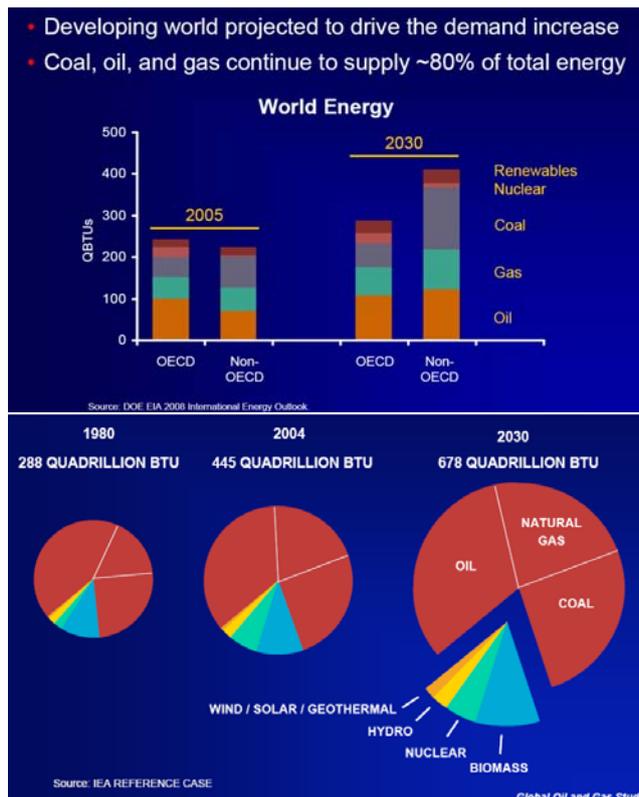
PETRÓLEO

Exploración y producción

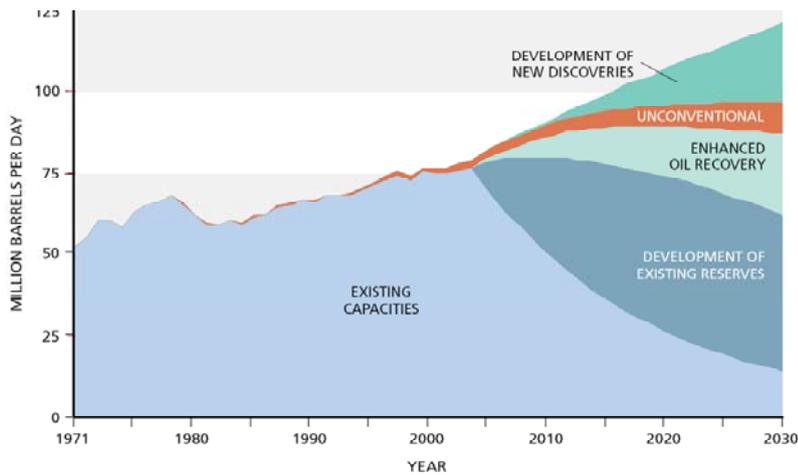


Demanda futura de crudo

- Developing world projected to drive the demand increase
- Coal, oil, and gas continue to supply ~80% of total energy

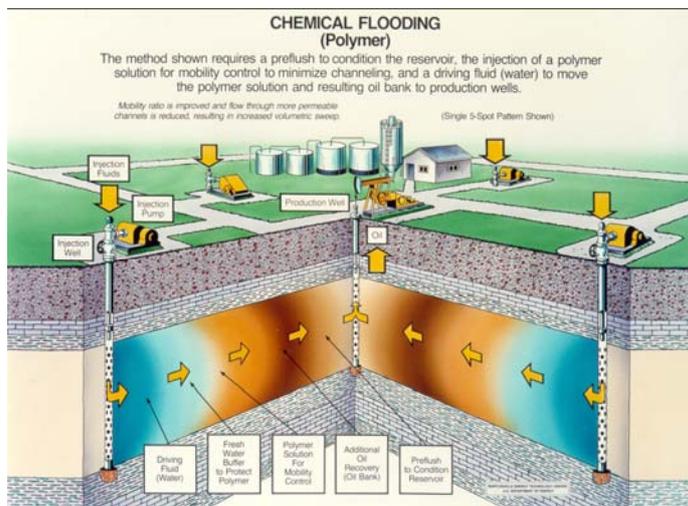


- Se estima que la demanda de crudo crecerá pero los requerimientos porcentuales de hidrocarburos líquidos no sufrirán mayores cambios en los próximos 20 a 25 años
- El crecimiento previsto al 2030 será de alrededor un 50%, con revisión a la baja por los efectos de la crisis económica actual

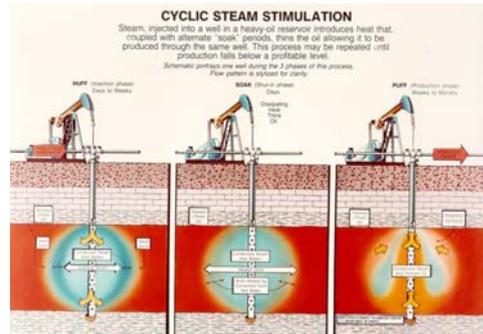
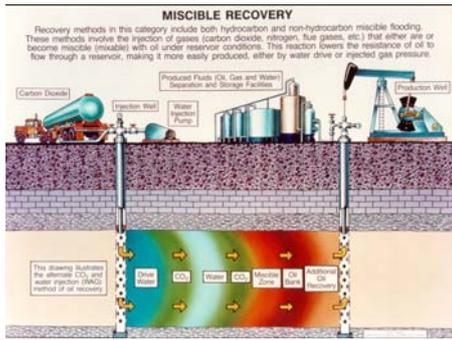


Source: IEA, World Energy Outlook 2004.

- Varias son las fuentes de nuevo crudo que permitirán llenar la merma causada por la declinación natural, y también que permitirán incrementar la producción. Desarrollo de las reservas de crudos convencionales existentes, desarrollo de proyectos EOR, desarrollo de crudos no-convencionales, y descubrimiento de nuevas reservas por medios exploratorios



- Sin embargo, EOR son metodologías de recobro que deben ser estudiadas y adaptadas a las condiciones específicas del yacimiento donde se encuentra el crudo atrapado. Por lo general estas metodologías son más costosas que los procesos convencionales y en general conllevan un mayor nivel de riesgo



- La misma situación aplica para los procesos EOR de inyección de gas. O para los procesos de inyección de vapor, estos últimos están más orientados a aplicaciones en crudos pesados, e hidrocarburos no-convencionales similares tales como las *oil-sand* de Canadá, o las *oil-shales* de USA. A diferencia de los crudos convencionales, los crudos pesados presentan poca capacidad de flujo a condiciones de yacimiento, y su factor de recobro es muy bajo sin la aplicación EOR, esto es entre un 5% a 8%. Por otra parte los otros crudos no-convencionales no tienen capacidad de fluir a las condiciones de yacimiento y requieren aplicación EOR desde el inicio de la explotación

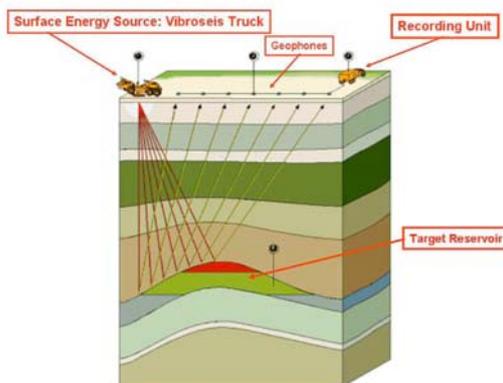


Figure VIII.C.1. Illustration of seismic data acquisition. Seismic data is typically collected by generating seismic energy, in this case using a vibrating truck, which propagates through the underlying rock. The seismic waves reflect off contacts between rock layers (and fluids) and are recorded by geophones. This data are then processed to produce an image of the underlying substrate [courtesy of Apache Corporation].

- Esto tiene como corolario que la actividad exploratoria debe enfocarse a yacimientos más profundos, de menor tamaño, y de mayor riesgo debido a las complejidades geológicas donde se encuentran. Esto requiere el desarrollo de tecnologías más potentes de iluminación del subsuelo que permitan descubrir los potenciales yacimientos e identificar el tipo de fluidos allí entrampados



Conclusiones

- Se dispone comercialmente de tecnologías exploratorias o se dispondrá de ellas en el mediano plazo, antes de 2030, lo que permitirá identificar y cuantificar con una incertidumbre razonable petróleo en el subsuelo
- Las reservas de crudos convencionales (livianos y medios) son cada vez más escasas y se estima que una parte importante de la incorporación de reservas y producción vendrá de:
 1. procesos de recuperación mejorada (EOR) de crudos convencionales
 2. recursos no convencionales
 3. recursos convencionales en áreas no convencionales
- Existen abundantes recursos de petróleo almacenado en cuencas ya conocidas, que son potencialmente recuperables.

19



Conclusiones

- El sector de la energía seguirá dependiendo del petróleo en los próximos 20 años en una proporción similar a la de hoy
- La tasa de producción de petróleo supera a la tasa de incorporación de reservas por efecto del proceso exploratorio
- Los nuevos descubrimientos de yacimientos de petróleo se encuentran y se encontrarán en áreas geológicamente complejas, en formaciones profundas, con yacimientos de tamaño relativamente pequeño, y con una tasa de descubrimiento relativamente baja

20

PETRÓLEO

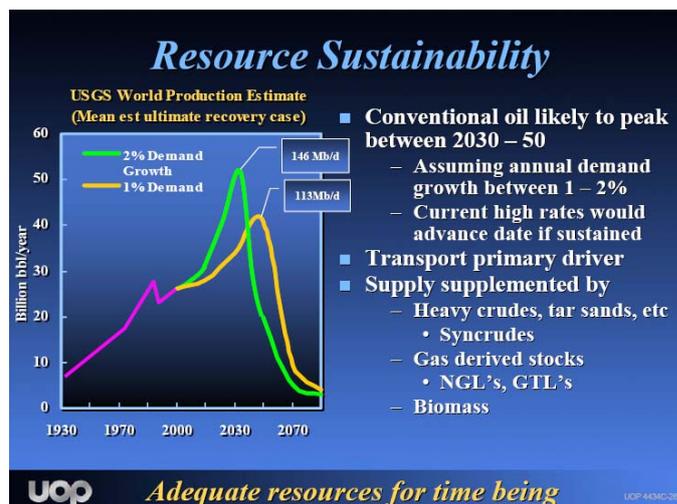
Transformación y productos



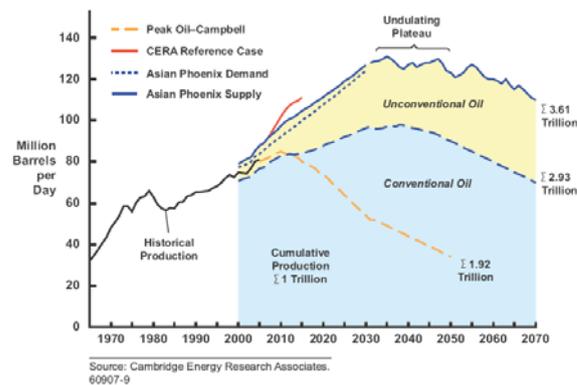
El petróleo como fuente de Energía



- Diferentes fuentes coinciden en que la demanda de crudo a nivel mundial crecerá a un ritmo de 1-2% anual en los próximos 20 años
- A este ritmo de crecimiento de demanda la disponibilidad de crudo convencional está asegurada en los próximos 20 años, con picos de producción alrededor de 2030-2050



Proyecciones de producción de petróleo



- Se pudiera esperar un pico de producción para el 2028 pero esto dependerá de los niveles de inversión realizadas para capitalizar reservas existentes y conseguir nuevas reservas
- Sostenibilidad a futuro de la demanda de petróleo pudiera ser y será a través del incremento de producción de crudos no-convencionales
- Los crudos no convencionales serán principalmente crudos pesados, *tarsands*, y los crudos sintéticos que resultan de procesos de conversión
- Es crítico el desarrollo de crudos no convencionales y sus tecnologías

23

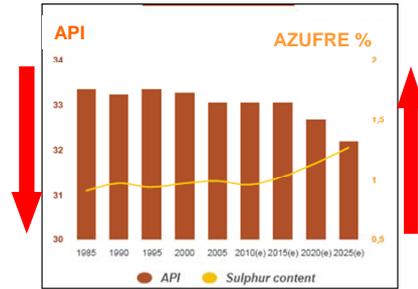
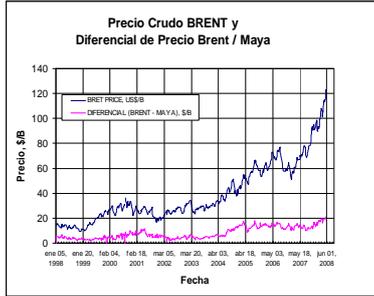
La Industria de Downstream a futuro

- ✓ *Procesamiento de cestas de crudos más pesadas y crudos sintéticos*
- ✓ *Mayor requerimientos de conversión de residuos*
- ✓ *Aumento del nivel de integración energética*
- ✓ *Cumplimiento de mayores niveles de exigencia ambiental*
- ✓ *Inspección y Confiabilidad de las instalaciones*
- ✓ *Mayores requerimientos de HDS y generación de H₂*
- ✓ *Como nuevas tecnologías, se prevé la aparición de los procesos de hidrocrackeo de residuos tipo slurry (actualmente en vías de demostración comercial). Su posesión se visualiza como una fuerte ventaja competitiva*

24

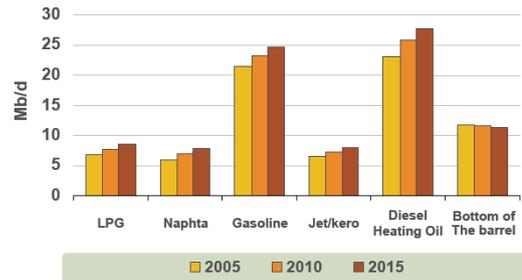
¿Por qué necesidad de mayor conversión?

- 1 Disponibilidad de crudos a nivel mundial mas pesados con menos °API, más azufre, metales y mayor acidez
- 2 Alto diferencial de precio entre crudo Liviano – Pesado favorece a las economía de refinerías de conversión profunda
- 3 Incremento de demanda de destilados y disminución de residuales



Calidad Mundial de Crudo

ERTC Coking & Gasification Conference - Paris - April 17&18, 2007



ESTAS TENDENCIAS MUESTRAN LA OPORTUNIDAD DE PRODUCIR Y MEJORAR CRUDOS MAS PESADOS PARA CUMPLIR CON LA DEMANDA DE PRODUCTOS

Fuente: Bloomberg spot price

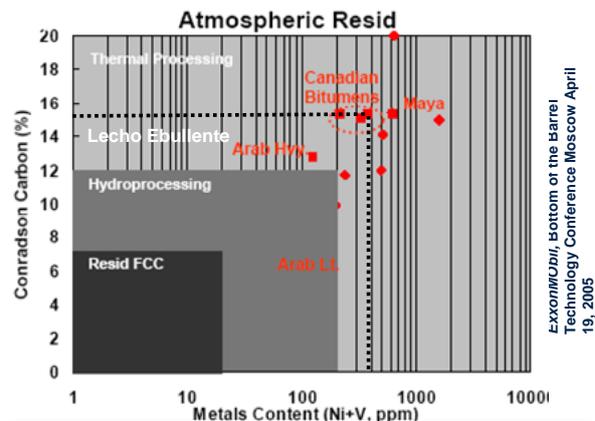
Opciones tecnológicas comerciales y emergentes de conversión de residuo

CONVERSION TÉRMICA

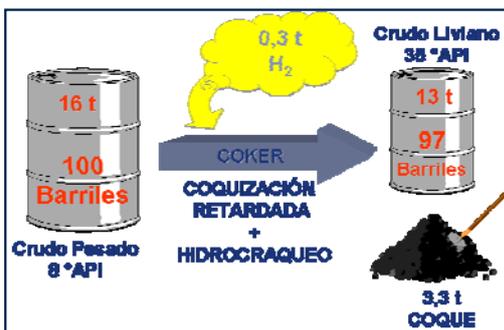
- ◆ COQUIZACIÓN RETARDADA (FW, CONOCO)
- ◆ COQUIFICACION FLUIDA (EXXON)
- ◆ GASIFICACIÓN (LURGY, GE-TEXACO, SHELL)

HIDROCONVERSIÓN (catalítico)

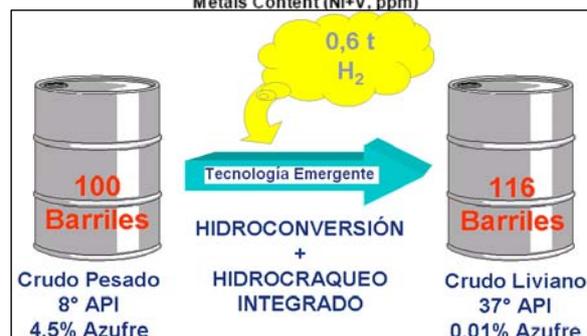
- ◆ LECHO EBULLENTE (HOIL/IFP, LCFINING/LUMMUS)



ExxonMobil, bottom of the barrel Technology Conference Moscow April 19, 2005



Tecnología Actual Comercial



Tecnologías Slurry Emergentes



Conclusiones

- El sector de la energía seguirá dependiendo de petróleo y gas más allá de 2030 en una proporción similar o moderadamente menor a la de hoy
- Dado que la producción futura vendrá en una fracción importante de recursos no convencionales, la inversión en dichos recursos: crudos pesados, extra-pesados, bitúmenes, *oil shales*, representa un oportunidad estratégica para las compañías de petróleo.
- Los esquemas actuales de refinación no sufrirán cambios significativos en el futuro aunque necesitarán ajustarse a las nuevas cargas y calidades de productos dentro de la evolución de requerimientos ambientales y nuevas tecnologías de motores así como aplicación de tecnologías más eficientes

27



Conclusiones

- Tecnologías existentes de conversión de residuos son adecuadas para la conversión y comercialización de crudos pesados pero existen tecnologías emergentes (hidrocraqueo de residuos en fase slurry) más competitivas que las utilizadas actualmente (coquización + hidrocraqueo) y que están listas para su aplicación comercial.
- Riesgo geopolítico y nacionalismos son retos que tienen que afrontar la industria de petróleo para balancear suministro y demanda

28



El papel de la eficiencia energética

- El concepto de la eficiencia energética se refiere a la relación entre la energía de entrada y la energía de salida de un servicio.
- La **eficiencia energética**, mediante la reducción de la cantidad de energía consumida para un determinado servicio o uso
- La **conservación energética**, se refiere a un menor consumo asociado a dejar de utilizar o prescindir de un servicio que no sea necesario

La eficiencia y conservación de energía representan en sí mismo una fuente adicional de energía

29

Otros aspectos identificados con potencial impacto a más largo plazo (más allá de 2030)



- La producción futura de hidrocarburos puede proceder principalmente de recursos y áreas geológicas no convencionales, con alta carga tecnológica
- El transporte eléctrico (híbridos “enchufables”, baterías, pilas de combustible) no puede ganar una cuota de mercado importante
- Los organismos modificados genéticamente pueden facilitar la producción sostenible de biomasa. Las bio-refinerías pueden ser fábricas multi-producto, integrando productos químicos, combustibles y electricidad-calor
- El hidrógeno, si supera importantes barreras tecnológicas, podría llegar a significar un cambio del paradigma energético actual (nuevo portador energético en un sistema de distribución más descentralizado); pero...
- Otros aspectos más puntuales pero destacables son: el posible desarrollo de micro-reactores nucleares, entre 20 MW y 200 MW; la energía marina (undimotriz y corrientes marinas) puede convertirse en una fuente de energía atractiva que comparta infraestructuras con la energía eólica *offshore*



El problema energético mundial

Eduardo Romero
Director de Tecnología, Refino, Marketing y GLP
REPSOL



Curso Fronteras de la Energía

Centro de Ciencias de Benasque "Pedro Pascual"
5-10 de Julio de 2009

Directores del curso:
Angeles G. Borrego y Carlos Abanades (INCAR-CSIC)

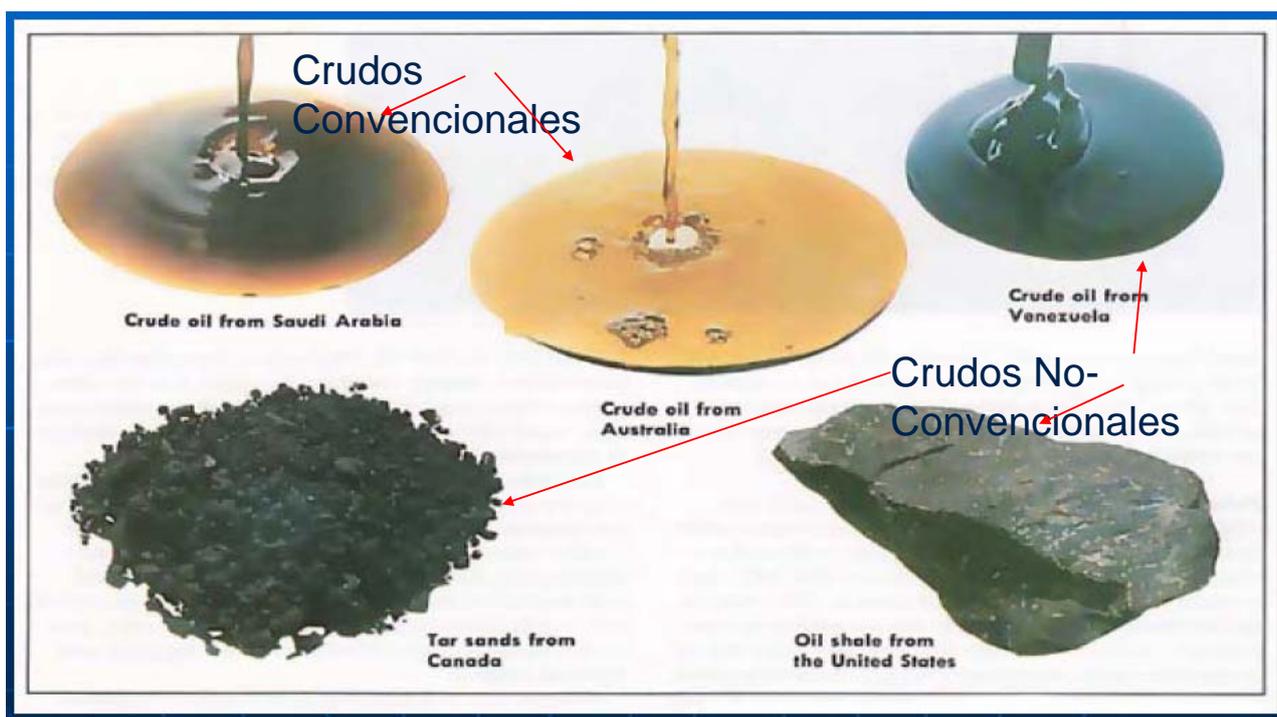
REPSOL



Inventemos el futuro

CRUDO NO CONVENCIONAL

Tipos de crudos no convencionales



BIOMASA

Cadena de la biomasa

