

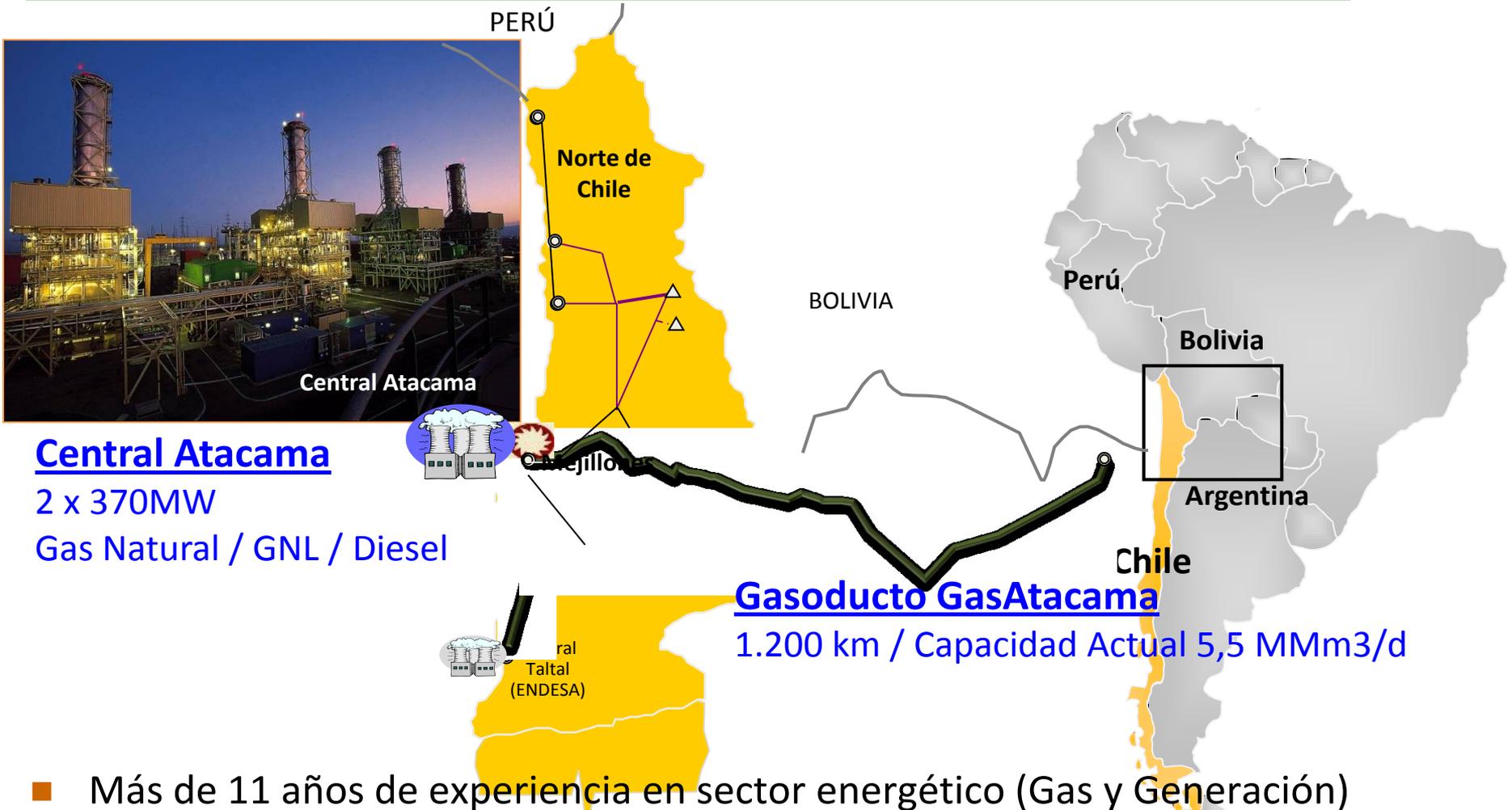


Oportunidades que brinda el Shale Gas para lograr un Suministro Eléctrico Sustentable

RUDOLF ARANEDA KAUERT
Gerente General, GASATACAMA CHILE

Congreso Bienal CIGRE – 2011
09 y 10 de Noviembre de 2011

GasAtacama: empresa integrada de energía, opera en el Norte de Chile y Argentina



- Más de 11 años de experiencia en sector energético (Gas y Generación)
- Foco Estratégico de Desarrollo: Generación en base a Gas Natural / Energías Limpias/ Interconexiones energéticas

1. ATRIBUTOS DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

1.1 Atributos Requeridos del Suministro Eléctrico

■ Suficiencia

- Capacidad instalada y suficiente
- Resulta atractivo invertir
- Acceso a puestos combustibles y redes de transmisión

■ Confiable

- Diversificación
- Tecnologías probadas
- respaldos

■ Costo

- Competencia
- Acceso a combustibles
- Acceso a terrenos/permisos

■ Sustentable

- Impacto local (SO_x, NO_x, partículas, entorno)
- Huella de carbono (CO₂)

1.2 Pendientes respecto al Suministro Eléctrico Requerido

- **Suficiencia**
 - Capacidad Instalada
 - **Generación**
 - **Transmisión**
 - Suficiente / **Oportuna**
 - Resulta atractivo invertir
 - **Acceso a puertos recepción combustibles y redes de transmisión**
- **Confiable**
 - **Diversificación**
 - Tecnologías probadas
 - **Proveedores confiables**
 - Respaldos
- **Costo**
 - **Competencia**
 - **Acceso a combustibles de mejor precio**
 - **Acceso expedito a terrenos/permisos**
- **Sustentable**
 - Impacto local (SOx, NOx, partículas, **entorno**)
 - **Huella de carbono (CO₂)**
 - **Cuenta con respaldo ciudadano**

2. ALGUNAS MEGATENDENCIAS RELEVANTES

T.1 Rubros de Exportación Claves

- Rubros de exportación tradicionales continúan siendo importantes. Varios son muy intensivos en energía:

Frutas y Vinos



Salmón



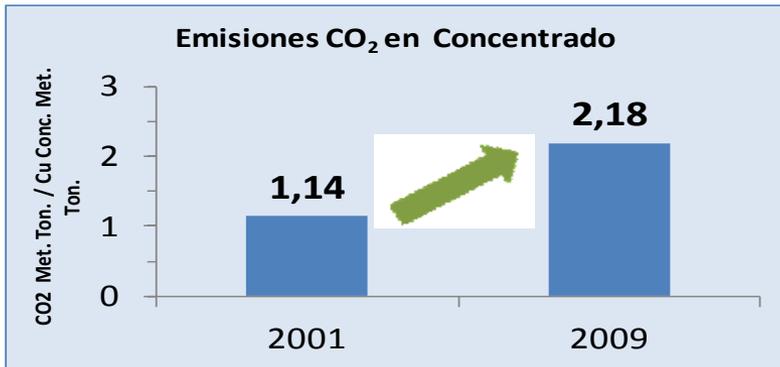
Cobre / Celulosa



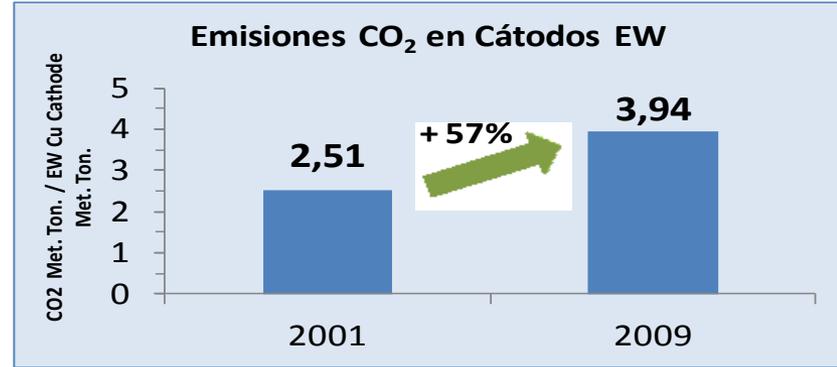
- **Se requiere más energía (tasa crecimiento aprox. = tasa crec. PGB)**
- **Atención con costo de electricidad sobre competitividad**

T.2 Importancia Creciente de Huella Carbono

- Importancia creciente de sustentabilidad y huella de carbono a nivel mundial
 - Compromisos explícitos de grandes consorcios
 - Mineras
 - Fabricantes electrónicos
 - Supermercados
 - Explicitación de huella de carbono de productos
 - Acuerdos internacionales



Source: COCHILCO, Chile



- **Atención con nuestra evolución**
- **Permitir que usuarios puedan elegir suministro según huella de carbono de cada unidad de generación**

T.3 Peso Relativo de Combustibles Fósiles Aumenta

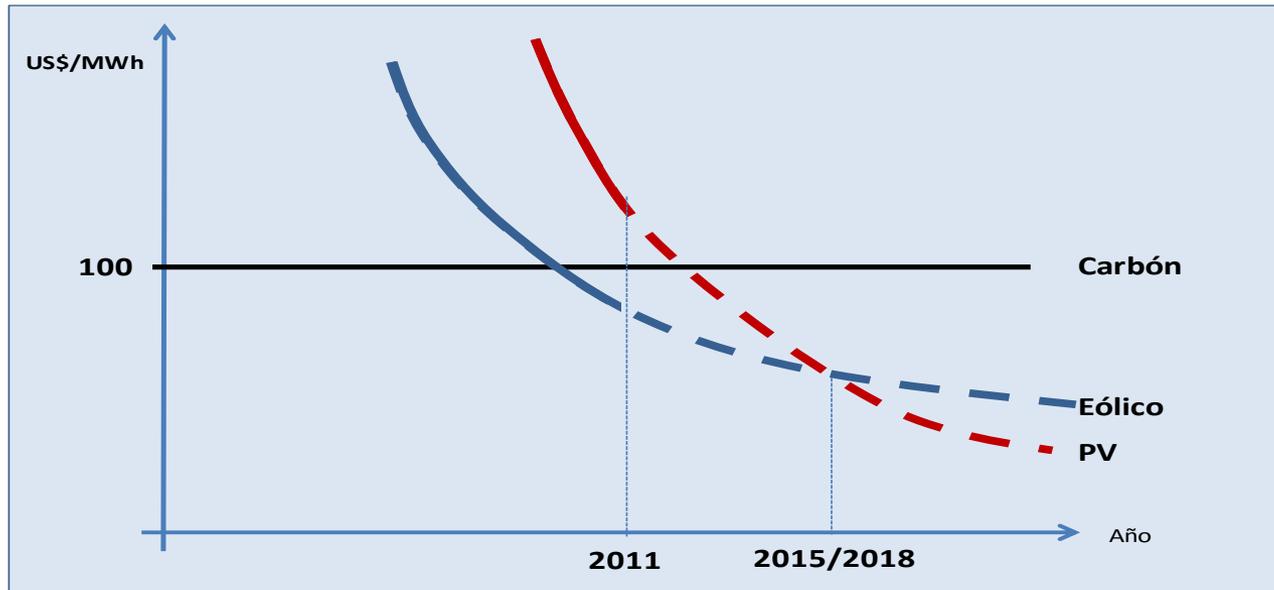
- El peso relativo de los combustibles fósiles en la generación en relación al costo de capital, se ha incrementado sostenidamente en la última década, resultando determinante en la selección de opciones en los próximas décadas

	Año 2000	Año 2011
VP (Inversión 740 MW) CC	500	900
VP (combustible 20 años)	400	4.000
	1 : 0,8	1 : 4,4
VP (inversión 740 MW) Carbón	900	1.800
VP (combustible 20 años)	800	2.400

- **Resulta crítico asegurar acceso a proveedores de combustible de mejores precios**
- **Conveniencia de impulsar open access a todas las terminales de combustible vía regulación ad-hoc**
- **Es posible que convenga disponer de capacidad instalada en exceso y despachar según costo variable (de combustible) menor**

T.4 Costo Desarrollo Renovables Decece

- Costo desarrollo de energías renovables continuará decreciendo y será inferior al de las térmicas antes de 2018



- Prepararse/facilitar desarrollo de enorme potencial de Chile (solar, eólico, mareomotriz, geotermia)
- A partir de 2015 no se requieren subsidios
- Inicialmente las ERNC sustituirán combustibles fósiles pero no potencia instalada
- Dictar oportunamente normativas técnicas para evitar problemas de estabilidad del sistema interconectado
- Promover desarrollos, tecnologías y expertise locales

T.5 Sociedad Crecientemente Empoderada

- Sociedad crecientemente empoderada y conectada que exige ser considerada

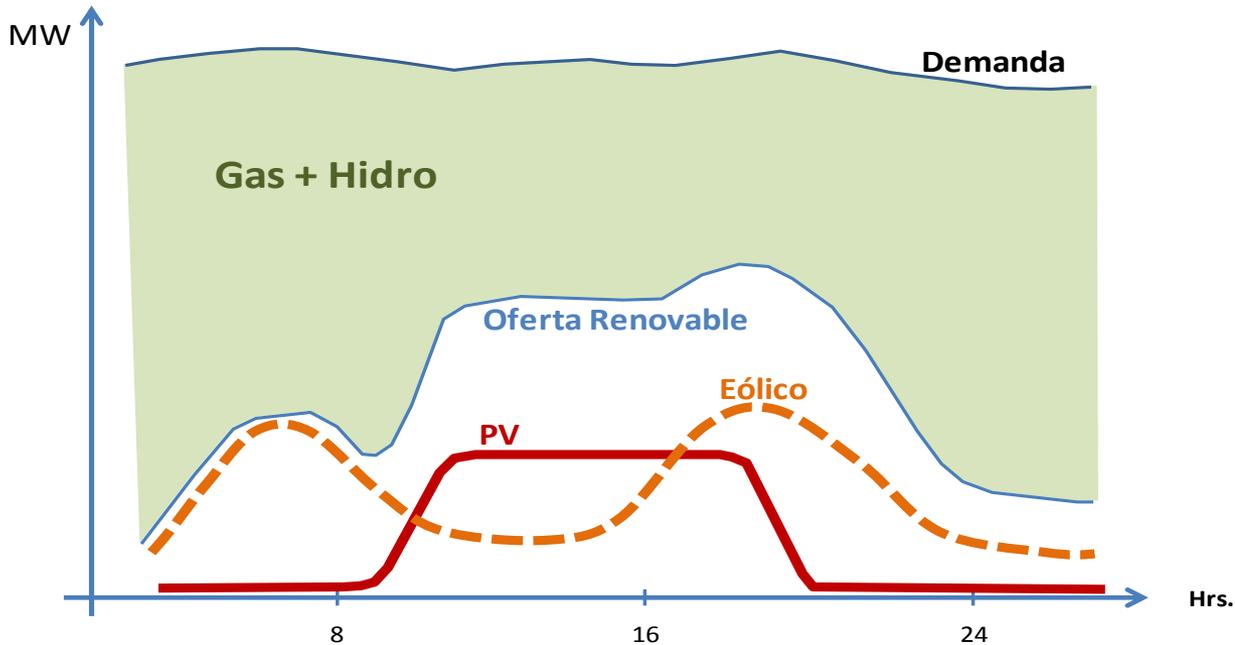


- Protestas activas
- Exigencia de:
 - Procesos transparentes y objetivos
 - Conservación
 - Prioridad a energías limpias
 - Participación
 - Conocimiento de costos/beneficios de opciones

- Necesidad de ganarse respaldo de la mayoría para viabilizar políticamente los permisos y obras necesarias
- Establecer procesos transparentes, normas de emisión estrictas e identificar áreas protegidas
- Concordar políticas energéticas como Políticas de Estado

T.6 ERNC tendrán participación creciente

- En la década de 2020 las ERNC tendrán participación relevante por su menor costo de desarrollo



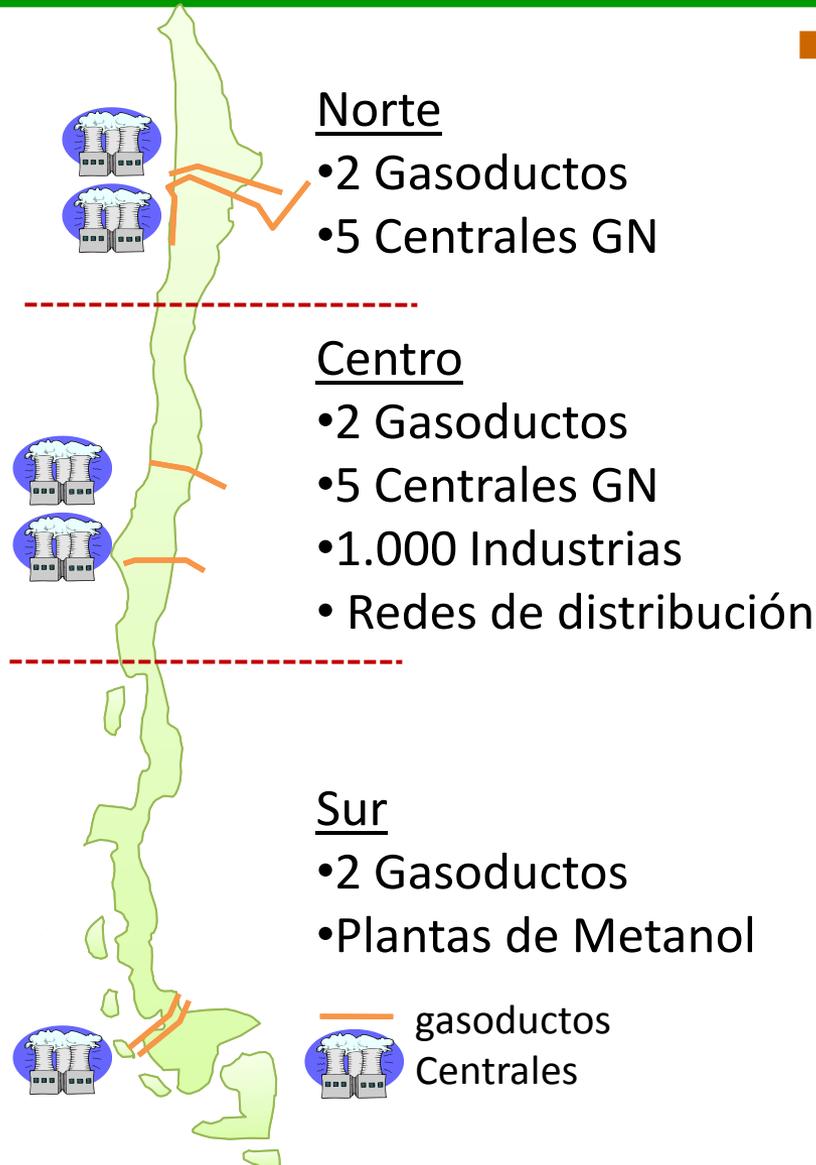
- Resulta indispensable dictar una normativa técnica para la estabilidad de los sistemas y Smart Grid
- Hidroelectricidad y Gas jugarán un rol clave por su capacidad:
 - Velocidad de partida
 - Capacidad de regulación

3. POTENCIALIDAD DEL GAS NATURAL

Si las tendencias indicadas en 2 inciden/prevalecen:

- Las ERNC tendrán importancia creciente a partir del 2015
 - El Gas Natural puede jugar un papel clave durante las décadas 2010/2020 en los cuatro atributos requeridos para el suministro eléctrico:
 - **Suficiencia: Uso de infraestructura existente**
 - **Seguridad: Diversificación**
 - **Costo competitivo**
 - **Sustentabilidad: Huella de carbono (40% del carbón)**
- Complemento de ERNC**

Infraestructura del Gas Natural en Chile (desarrollada 1995-2002)



- Debido a la disponibilidad de gas natural en Argentina, en la década de 1990 Chile invirtió aprox. US\$ 5.000 Millones para desarrollar una infraestructura de transporte y uso de gas natural, basado en suministro argentino:

- 6 gasoductos
- 10 Centrales térmicas a GN
- Redes de distribución de GN
- Plantas de metanol
- Conversión a GN de 1.000 industrias

Total de Contratos de Compra de Gas suscritos con productores Argentinos bajo el Acuerdo Bilateral Chile-Argentina:
32 mill m³/d
equiv. a 2 Bcm/año

Ante restricciones crecientes de Gas Argentino desde 2004, Chile decidió:

- **Corto plazo:** Uso de diesel (de mayor costo) en CCs (2005-2010)
- **Mediano plazo:** 2 terminales de GNL para reemplazar diesel en CCs (desde 2010)
- **Largo plazo:**
 - Nuevas plantas a carbón (desde 2011)
 - Eventualmente GNL post 2012
 - Impulso a Energías Renovables No Convencionales (solar, eólica y geotermia) y otras fuentes alternativas
 - Estudios preliminares para centrales de energía nuclear (post 2020)



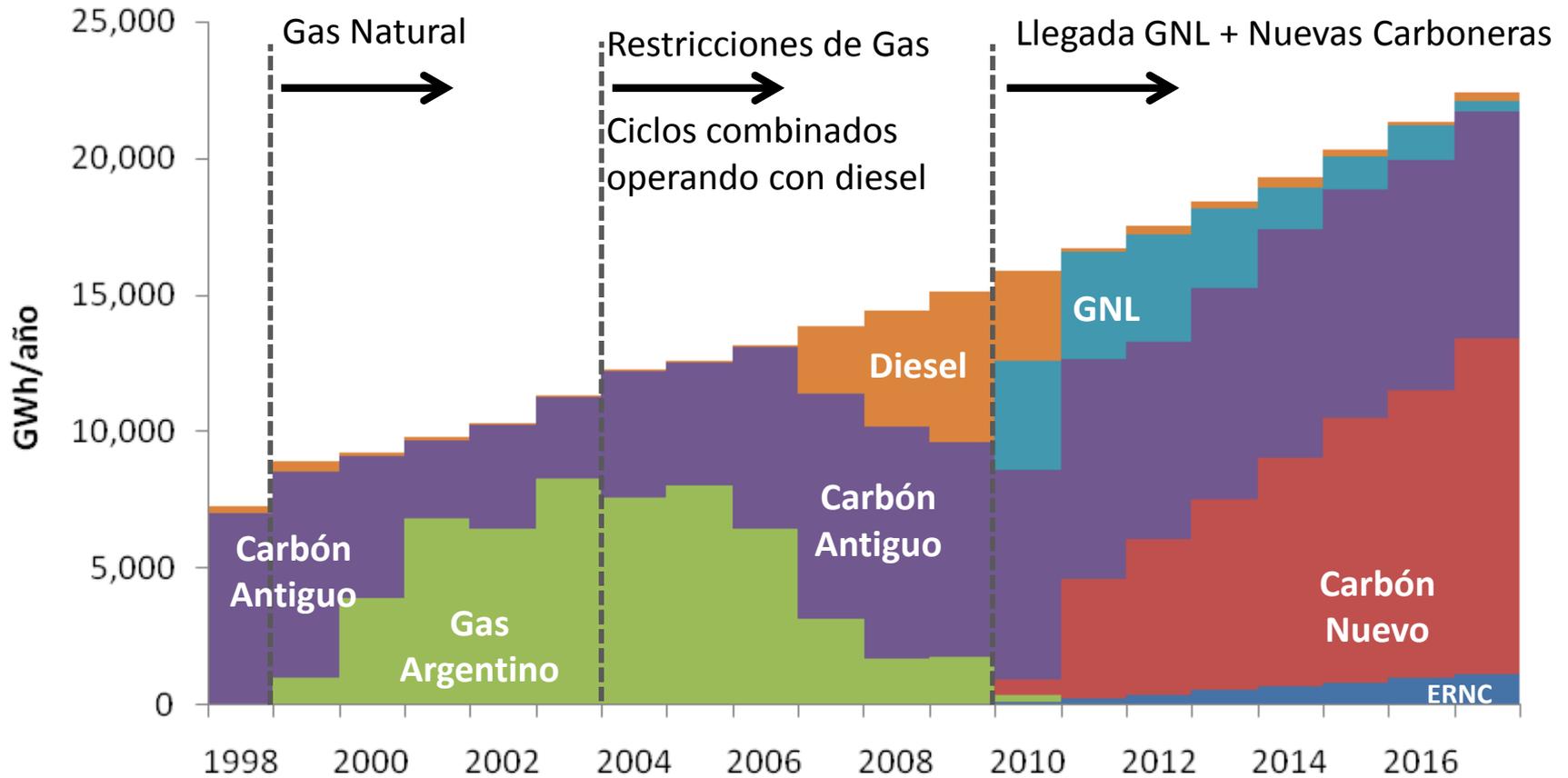
Norte
Terminal GNL Mejillones:
Recepción & Regas
Inicio: Jun 2010



Centro
Terminal GNL Quintero
Recepción &
Regas & Tank
Inicio: Sep 2009

El incumplimiento de los acuerdos de suministro de gas implicó una grave pérdida de confianza en los flujos de energía regionales como suministro base, retornando a desarrollos autónomos

Opciones de Matriz Energética SING: 100% Carbón vs GNL + ERNC + Carbón



Participación del GNL vs. Carbón post 2012 depende de la capacidad de lograr un suministro confiable a precio competitivo

Costo Desarrollo de Generación a Carbón contra el que debe competir el Gas:

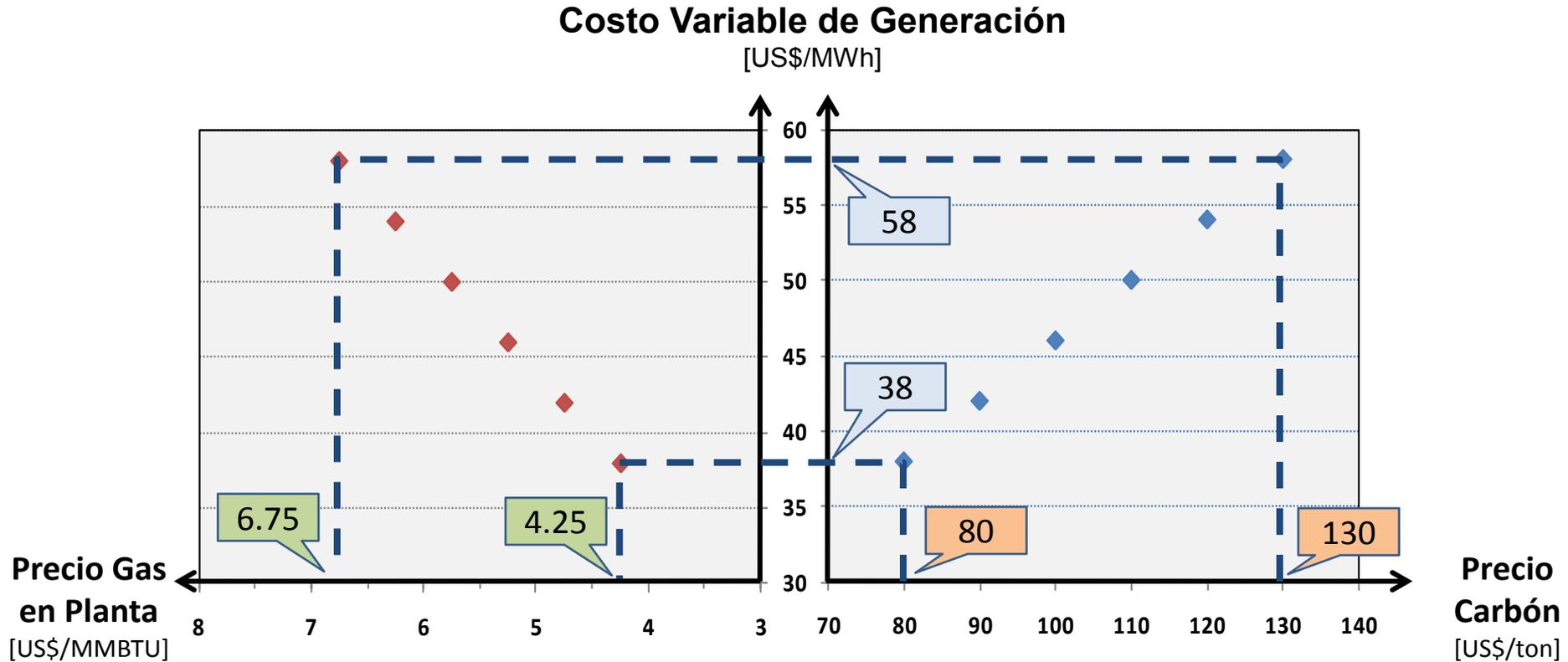
Precio Monómico Energía (US\$/MWh) vs.
Costo Carbón y Costo Inversión Central Carbón

Costo Inversión (US\$/MW)	Costo Carbón (US\$/ton)		
	90	100	120
2.200	91	94	102
2.400	94	98	106

Precio US\$ 90 – 105/MWh a 30 años permite recuperar inversión @10% anual

Usuarios deben asumir riesgo de exposición a recargo/ impuesto por huella de carbono

Para competir con carbón en el despacho, precio del gas en Mejillones tendría que estar en el rango de 4 a 7 US\$/MMBtu



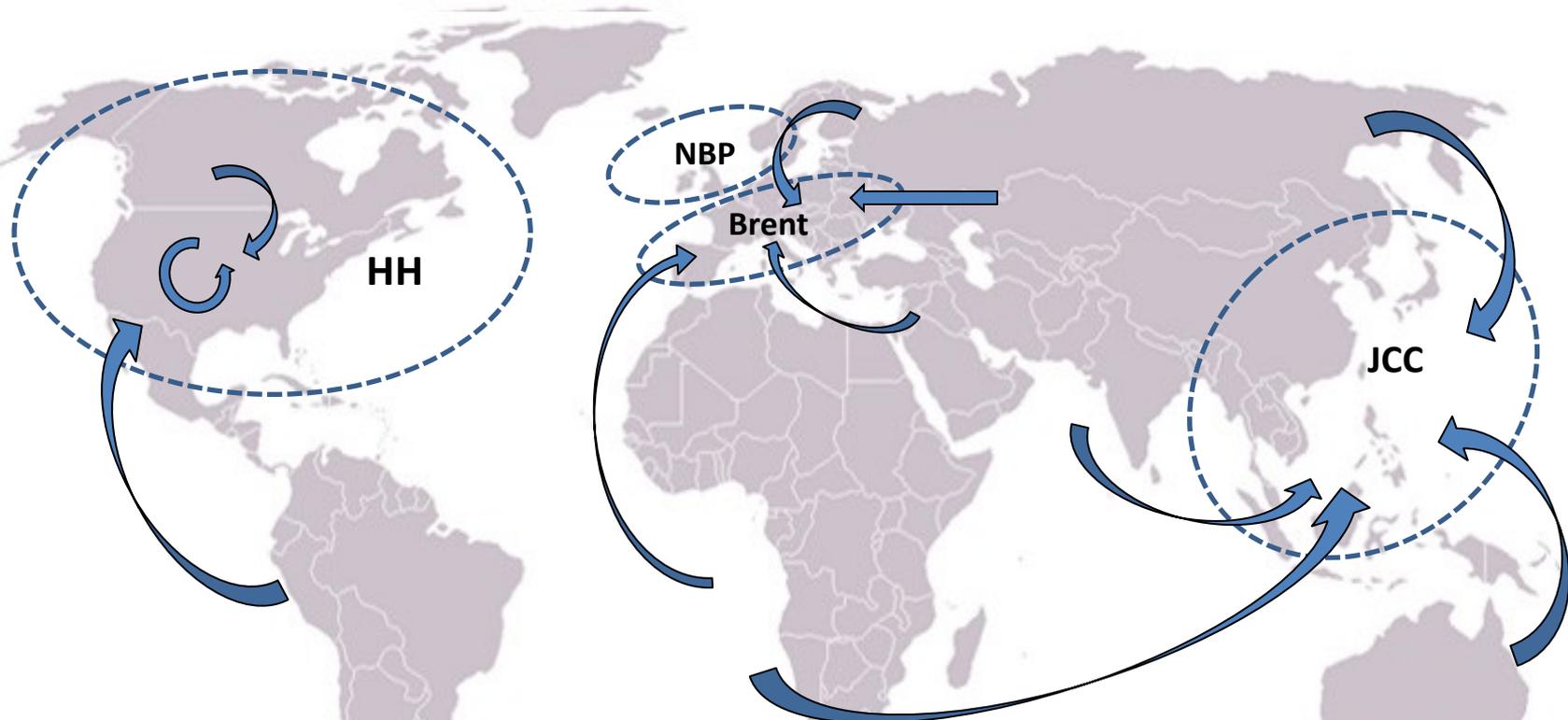
**Dados a) que CAPEX Gas < CAPEX Carbón,
b) potencial sobre costo por mayor huella de carbono
existe holgura a favor del gas al igualar costos de desarrollo**

Opciones Suministro de gas

País	Vía	Dificultad
Ecuador	GNC	Credit Rating/ Reservas
Paraguay	Ducto	Comprobación Reservas
Bolivia	Ducto	Geopolíticas/ Reservas
Perú	Ducto	Geopolíticas/ Reservas
USA	GNL	Permisos pendientes
GNL Mundo	GNL	Precio

4. SHALE GAS EN USA

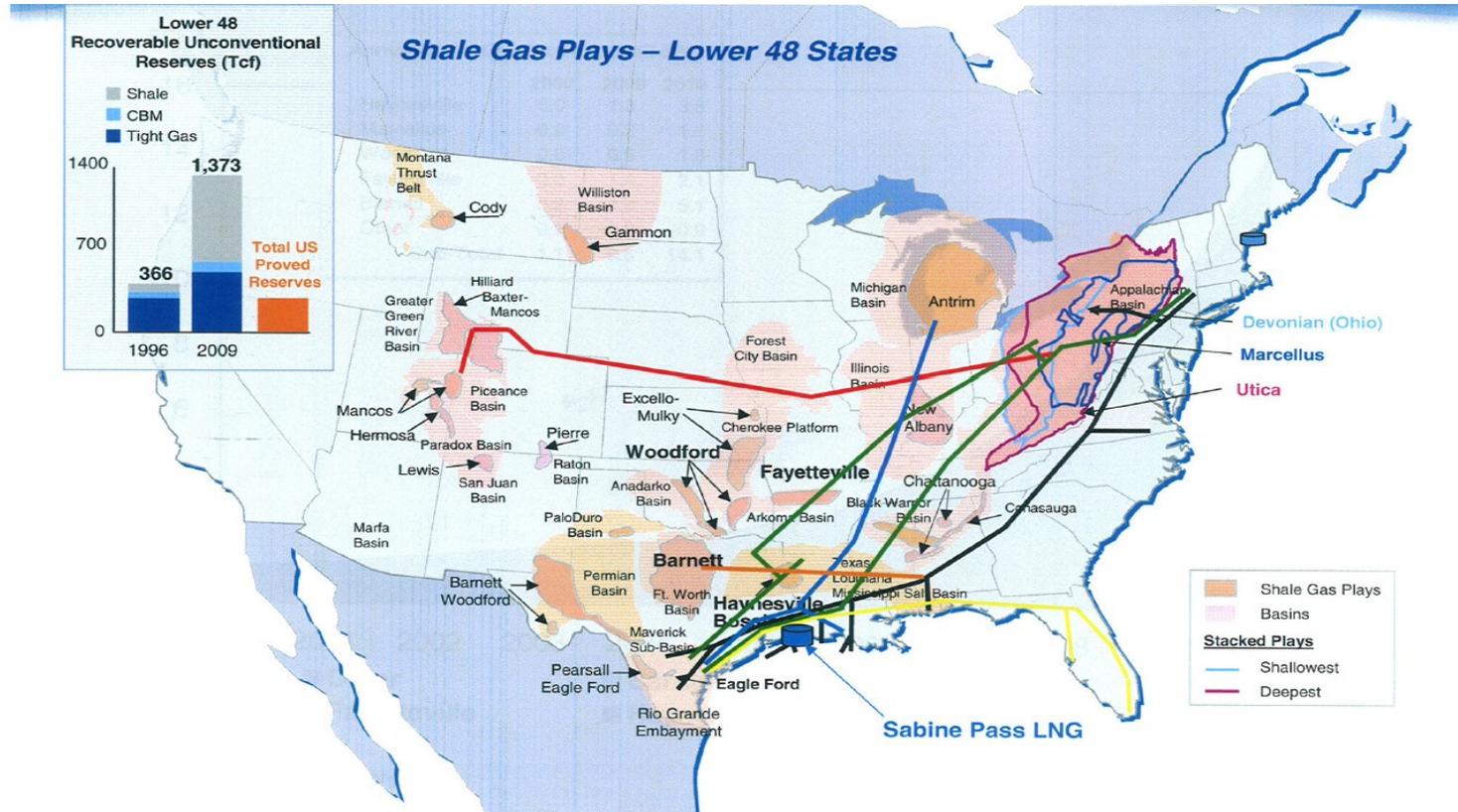
En el Mundo hay 4 referencias principales para fijar precio del Gas Natural



- Los dos principales mercados, Asia y Europa, transan el gas de acuerdo al precio del petróleo (Brent y JCC)
- NBP juega un rol clave en embarques spot de GNL
- **El mercado americano es el más grande, con bajos flujos desde y hacia el resto del mundo, pero su precio (HH) es el más atractivo en la actualidad, producto del fuerte incremento de las reservas al viabilizarse la recuperación del shale gas**

En USA el Shale Gas incrementó las reservas para cubrir el consumo de 8 a 100 años.

Cuencas de Shale Gas USA

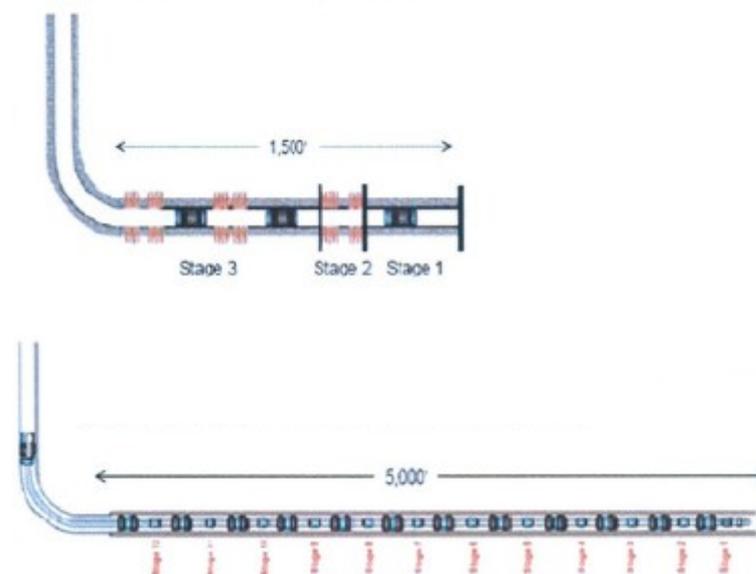
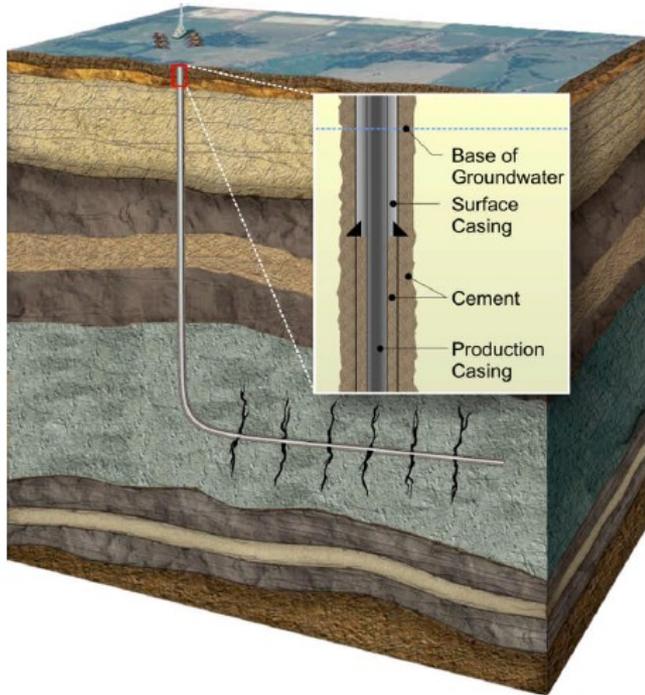


Fte.: Cheniere

La propiedad atomizada, el régimen de acceso abierto a una densa red de gasoductos y el alto contenido de líquidos que se pueden vender de acuerdo al elevado precio del petróleo, explica el rápido desarrollo y bajos precios del gas en USA

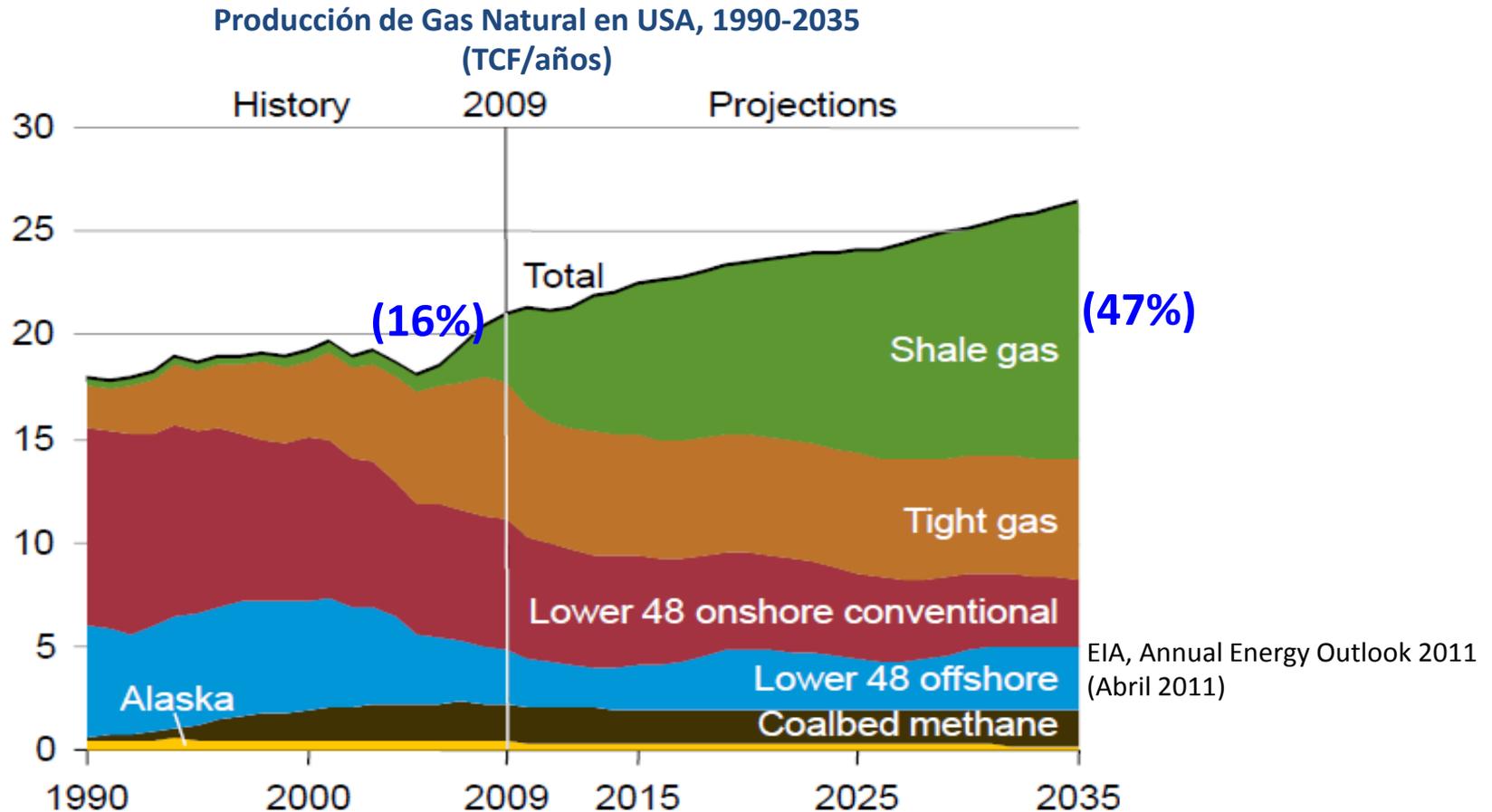
Producción de Shale Gas (Gas No Convencional) en USA

- Shale gas ↔ Perforación horizontal + fracturación hidráulica



- Aprehensiones ambientales en estados que no tenían tradición de producción de hidrocarburos, se han centrado en potencial impacto sobre napas de agua

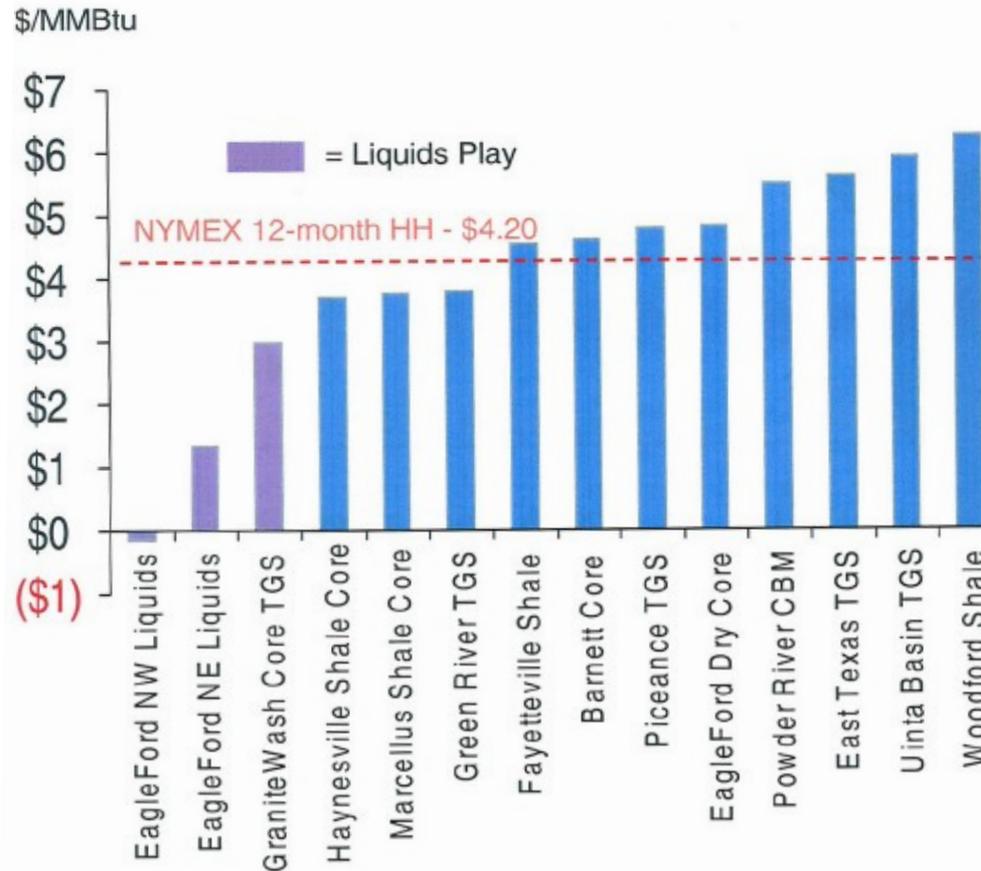
Shale Gas tomará parte creciente de la producción en USA de 16% (2009) a 47%(2035)



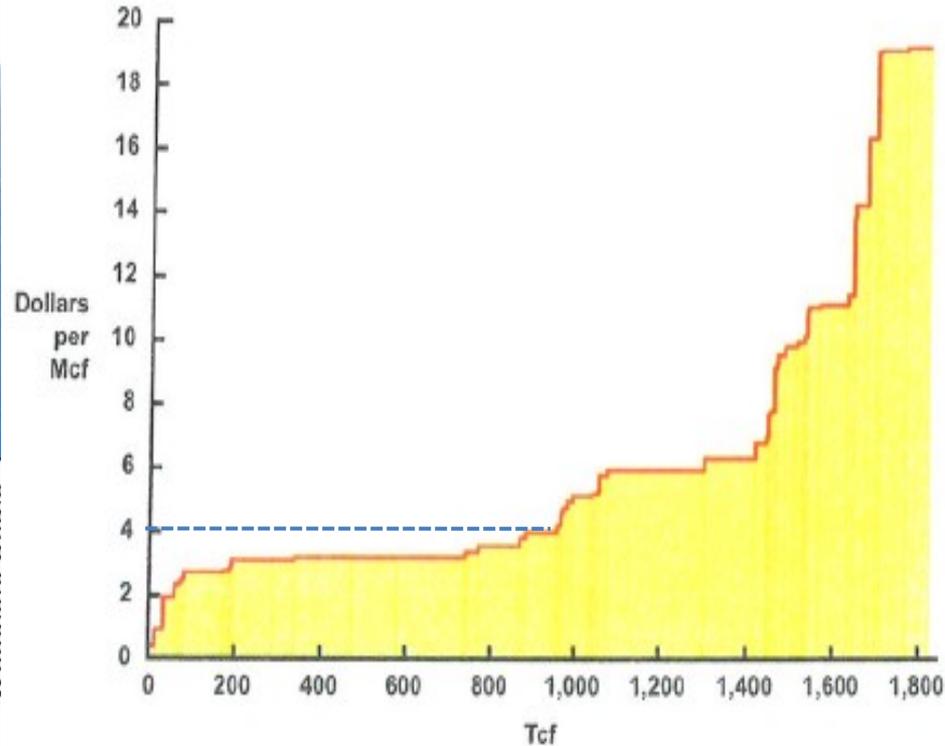
COSTO DESARROLLO ACTUAL DEL SHALE GAS SE SITÚA ENTRE 4 y 5 US\$/MMBTU

Costos F&D de pozos No Convencionales: 1.000 Tcf son rentables bajo US\$ 4/MMBtu

Break-Even Henry Hub Price (15% ROR, BT)



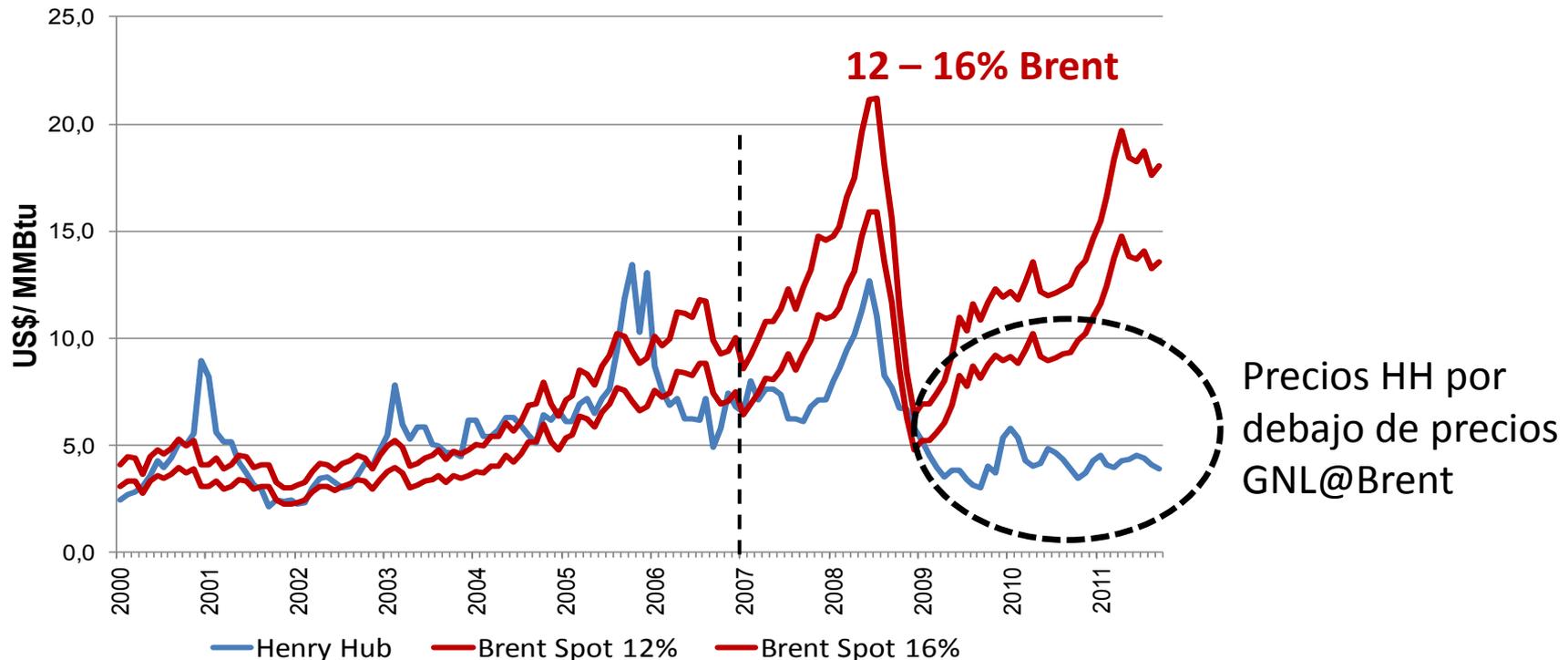
Breakeven Henry Hub Price for Natural Gas Resources in Analyzed Plays



Fuente: IHS CERA, Feb'2011
(Nota: incluye reservas probadas, posibles y potenciales)

Fuente: Assessed from Advanced Resources International 2008-2011 presentations, assumes Rockies CIG – US\$0,25 basis, Cheniere Estimates

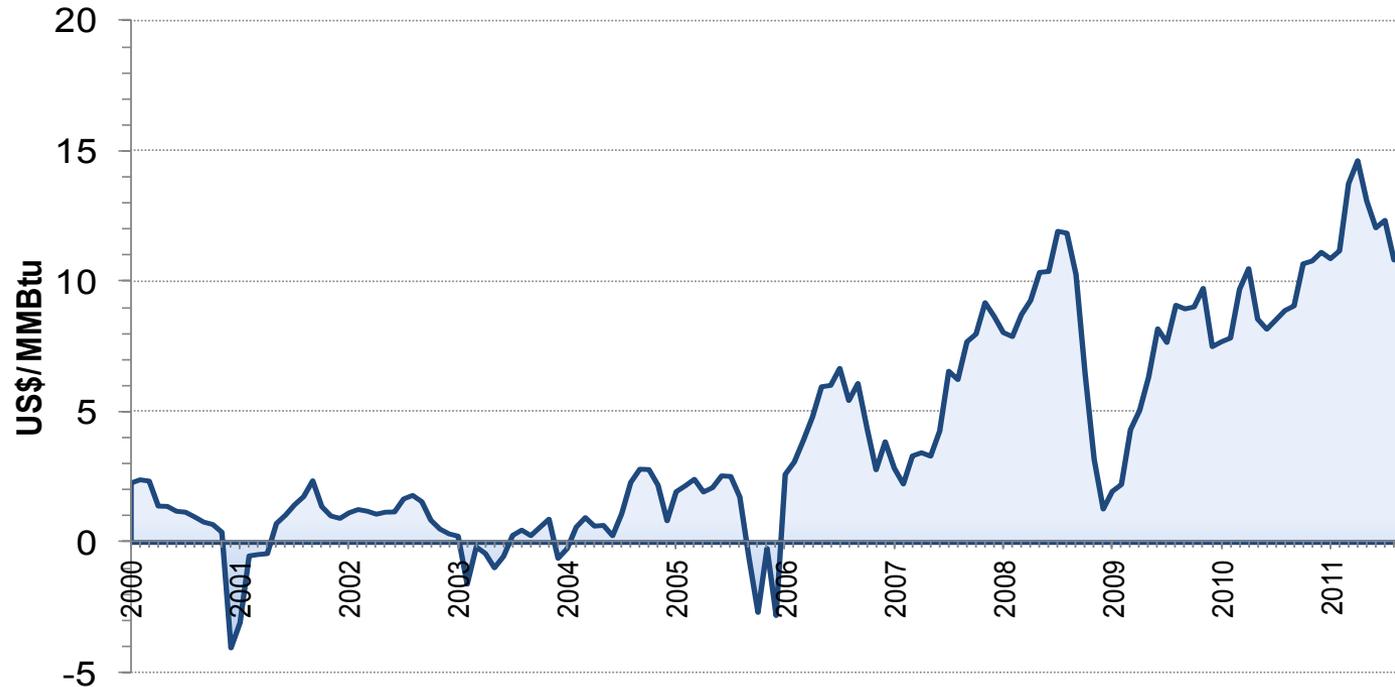
Debido al incremento de producción de Shale Gas desde fines 2008 en USA, los precios de Henry Hub se han mantenido desacoplados de precios de petróleo (Brent)



- Período 2000/2007, HH promedio no estaba tan lejos del rango 12-16% Brent
- A partir de 2007 se produce un gran aumento de reservas y áreas de producción de shale gas en USA
- **El desacople del HH del precio del petróleo se hace muy notorio a partir 2009/2010, pese al crudo invierno 2010/11 y el fuerte incremento de importaciones de GNL de Japón post Abril 2011**

El spread de precios entre el petróleo (WTI) y HH ha venido reflejando el desacople

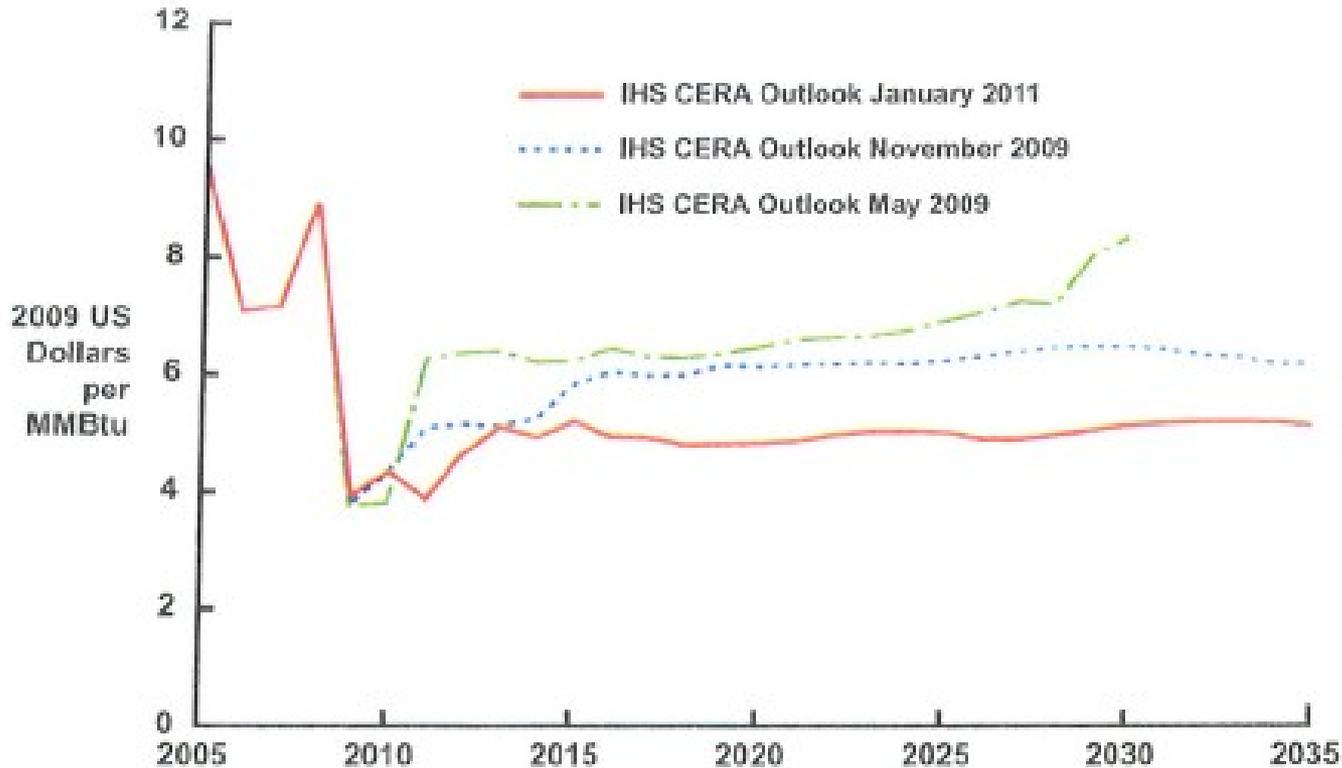
Spread entre Precios WTI - Henry Hub
(precios de cierre mensuales)
(US\$/MMBtu)



- **En los últimos años el spread WTI-HH ha aumentado consistentemente**

IHS CERA: proyecta HH bajo 5 US\$/MMBtu hasta 2029 y leve crecimiento posterior

Henry Hub Price Outlook
(real 2009 US\$ dollars)

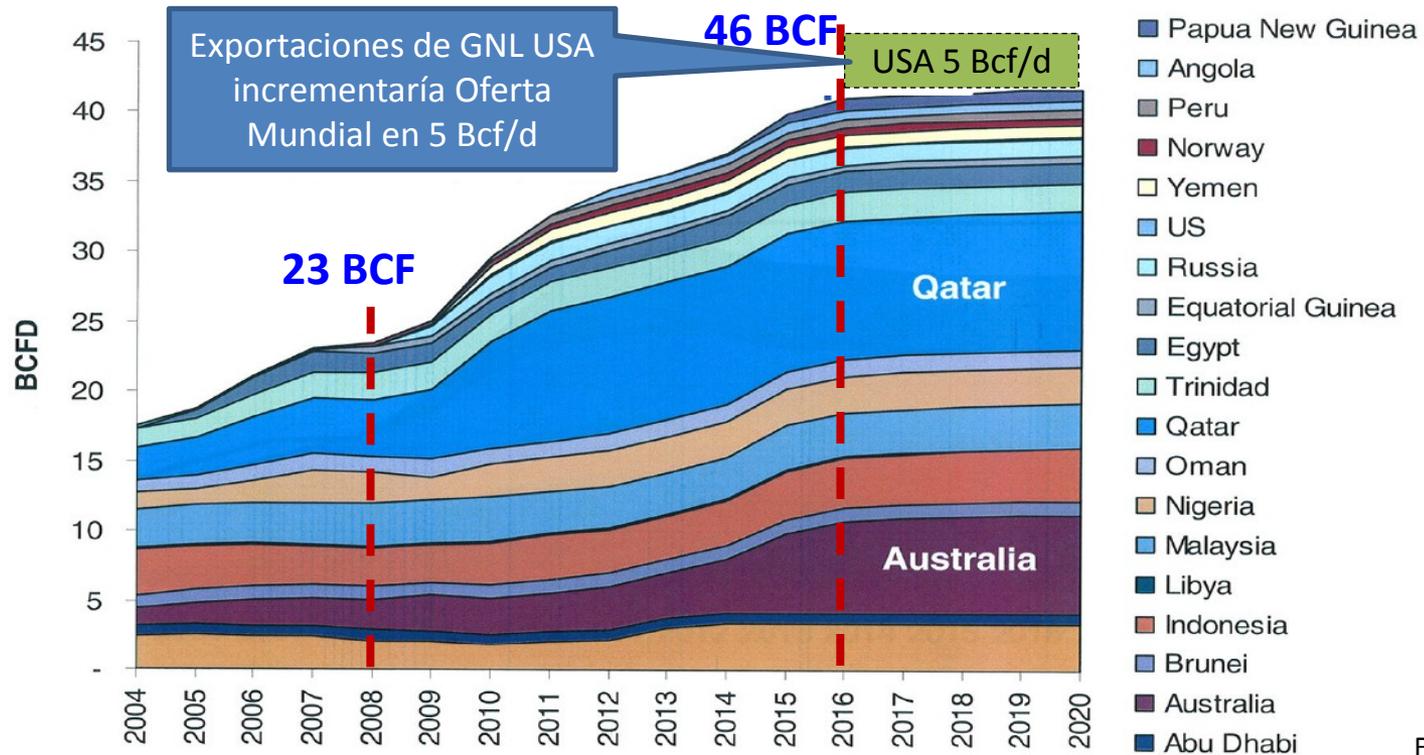


Fuente: IHS CERA, Feb'2011

- A estos precios, el gas representa una opción competitiva con el carbón
- Estados Unidos es un proveedor confiable

Se proyecta que la oferta mundial de GNL crecerá en torno a 100% entre 2008 y 2016

Evolución de la Oferta de GNL



Fte.: Cheniere

- El mercado mundial a comienzos del año 2000 apostó que el gran importador sería USA. Pero el Shale Gas cambió la historia, generando superávit del gas en USA, convirtiéndolo en potencial exportador

(Megatendencia T.7)

El Shale Gas cambió la Matriz Energética de USA

- Reservas de gas aumentan de 8 → 100 años
- Precios internos del gas en USA se mantendrán estables y desacoplados del precio del petróleo en rango 5-7 US\$/MMBtu
- Exportaciones serán acotadas (capacidad de terminales existentes < 2% capacidad de producción)
- Costo de desarrollo generación a gas en USA es inferior a costo de desarrollo con carbón desde Enero 2011
- USA tiene potencial ventaja competitiva frente a China/India que lo puede hacer impulsar restricciones según huella de carbono de los productos
- **Estratégicamente es relevante para Chile acceder a suministro de GNL de USA**

5. PROYECTO DE GASATACAMA PARA ACCEDER A SHALE GAS DE USA Y DESPLAZAR GENERACIÓN A CARBÓN

Gráfica General de Proyecto de Acceder a Gas de USA y Terminal de FSRU de GasAtacama



Proyectos de Conversión de Terminales de GNL en USA en exportadores:

- Cheniere (US\$ 6.000 mill)
 - Freeport LNG/Macquarie (US\$4.500 mill)
- Fecha prevista 2015/2016

Proyectos de Expansión Minería Cobre y Otros:

- aprox. US\$ 30.000 mill (ref. Cochilco; I y II Región)
 A partir de 2015 requieren más energía:
- De proveedores e instalaciones confiables
 - A precio competitivo
 - Acotando emisiones y huella de carbono

Cheniere - Terminal GNL Sabine Pass (Louisiana)



Proyecta instalar hasta 4 trenes de 8 mtpa c/u con una inversión de US\$ 6.000 Millones

FreePort LNG/Macquarie – LNG Terminal (Texas)



Proyecta instalar hasta 3 trains con una capacidad total de 12 mtpa con una inversión de US\$ 4.500 millones.

Terminal FSRU es solución probada en aplicación o evaluación en 29 países, que puede proporcionar costo competitivo y libertad de acceso a mejor proveedor de GNL

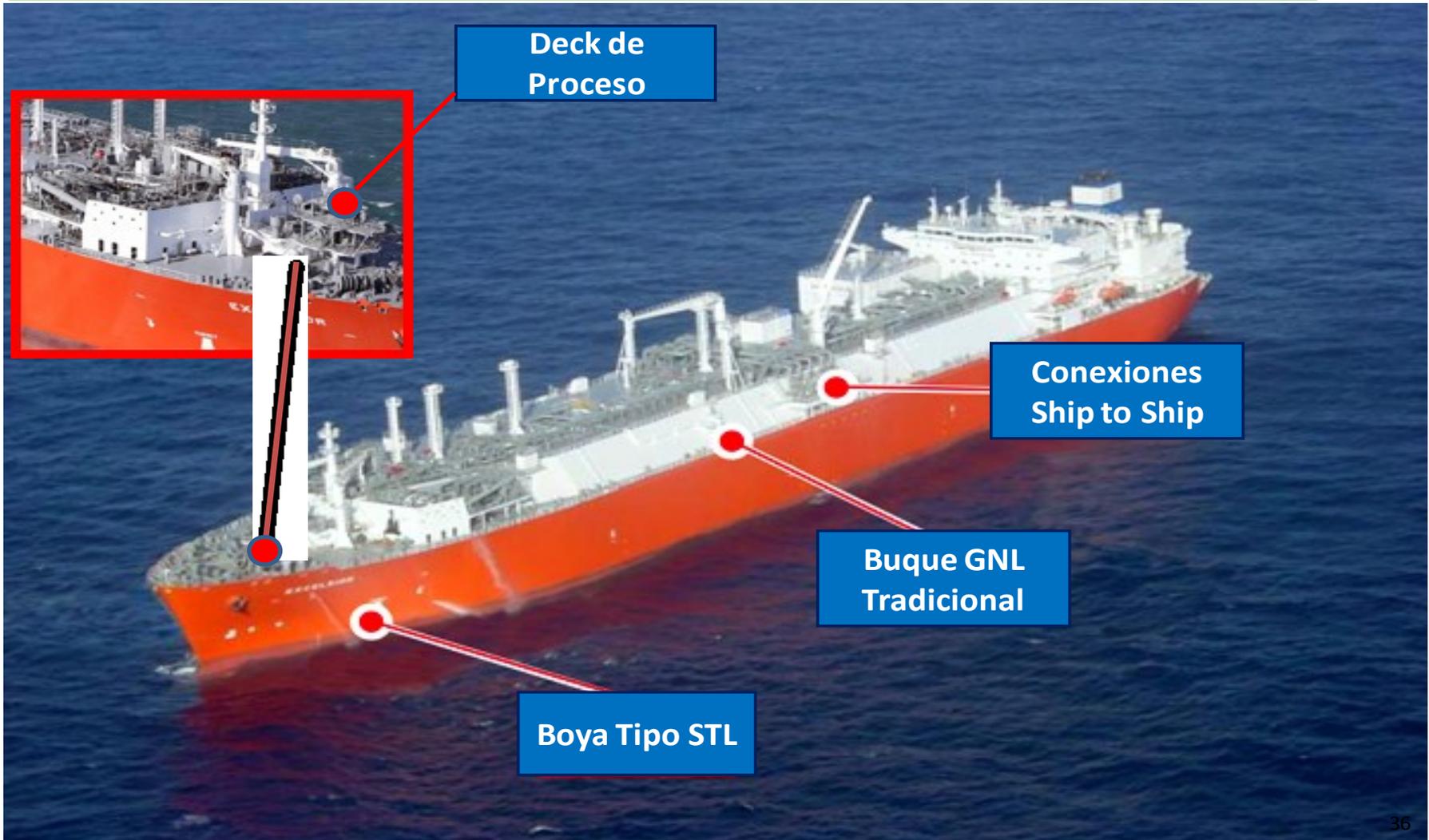
Ventajas

- Tecnología de conversión de naves existentes probada y en rápido crecimiento
- Inversión significativamente más reducida que terminales on-shore (US\$ 200-300 Mill)
- Costo de operación competitivo con terminales on-shore
- Permite resolver limitación de acceso y acota contingencias de compartir estanque
- Plazo de ejecución menor (18-30 meses)
- Ventajas identificadas por otros usuarios:
 - 3 FSRU en operación en América Latina y otros 5 en estudio/desarrollo
 - 29 países evaluándolos



Terminal FSRU de GasAtacama:

Opciones: Construcción ad-hoc o adecuación de nave existente para almacenamiento y regasificación del GNL en el Buque



5 mayores fabricantes de FSRU del Mundo en proceso de licitación

Barco FSRU

Esquema de Instalación de un Buque FSRU en Bahía de Mejillones unido por ducto submarino de 2 km al Gasoducto y Central Atacama



Central Atacama ← → Gasoducto Atacama



Ubicación del Proyecto en la Bahía de Mejillones



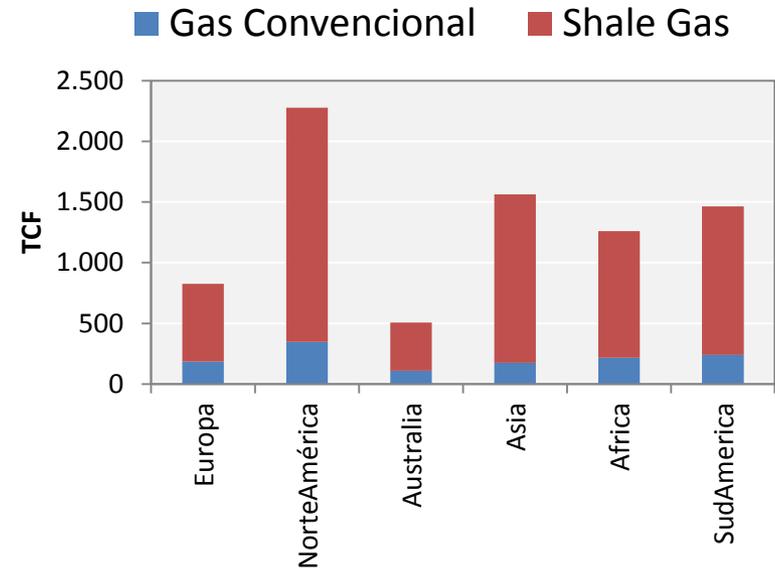
Ventajas de FSRU frente a terminal On-Shore

- Menor Inversión (200-300 US\$ millones vs. 800-1.100 US\$ millones GNL Mejillones, GNL Quintero) implica menor tarifa de regasificación
- Menor plazo de implementación
- Mayor flexibilidad para recolocar en el futuro si aparece gas regional
- Mejor comportamiento en caso de terremoto/tsunami
- Diversificación aumenta seguridad a favor de todos los usuarios
- Reducción del riesgo político aumenta posibilidad de restablecer flujos de gas regionales

6. SHALE GAS EN EL MUNDO

Shale Gas podría quintuplicar las reservas conocidas de Gas Natural Convencional en 33 Países

País/Región	Reservas Gas Convencional Probadas	Estimación Shale Gas	% Shale Gas / Total Gas
Europa	186	639	344%
NorteAmérica	347	1.831	528%
USA	272	862	317%
Asia (*)	175	1.389	794%
Australia	110	396	360%
Africa	271	1.042	385%
SudAmérica	239	1.225	513%
Chile	3	64	2.133%
Total	1.270	6.620	521%



Fte.: EIA, (Abril 2011)

(*) excluye Rusia y los países árabes

- Dependiendo el tiempo que demoren los diversos países en estudiar sus reservas, adquirir las técnicas y desarrollar la infraestructura de explotación y transporte, el Shale Gas puede cambiar la importancia relativa gas/carbón/nuclear en la siguientes décadas

Potencial de Shale Gas en SudAmérica según EIA 2011

País	Reservas Gas Convencional	Reservas Shale Gas
Venezuela	178,9	11
Colombia	4	19
Argentina	13,4	774
Brasil	12,9	226
Chile	3,5	64
Uruguay	0	21
Paraguay	0	62
Bolivia	26,5	48
Total TCF:	239,2	1.225

Fte.: EIA, (Abril 2011)

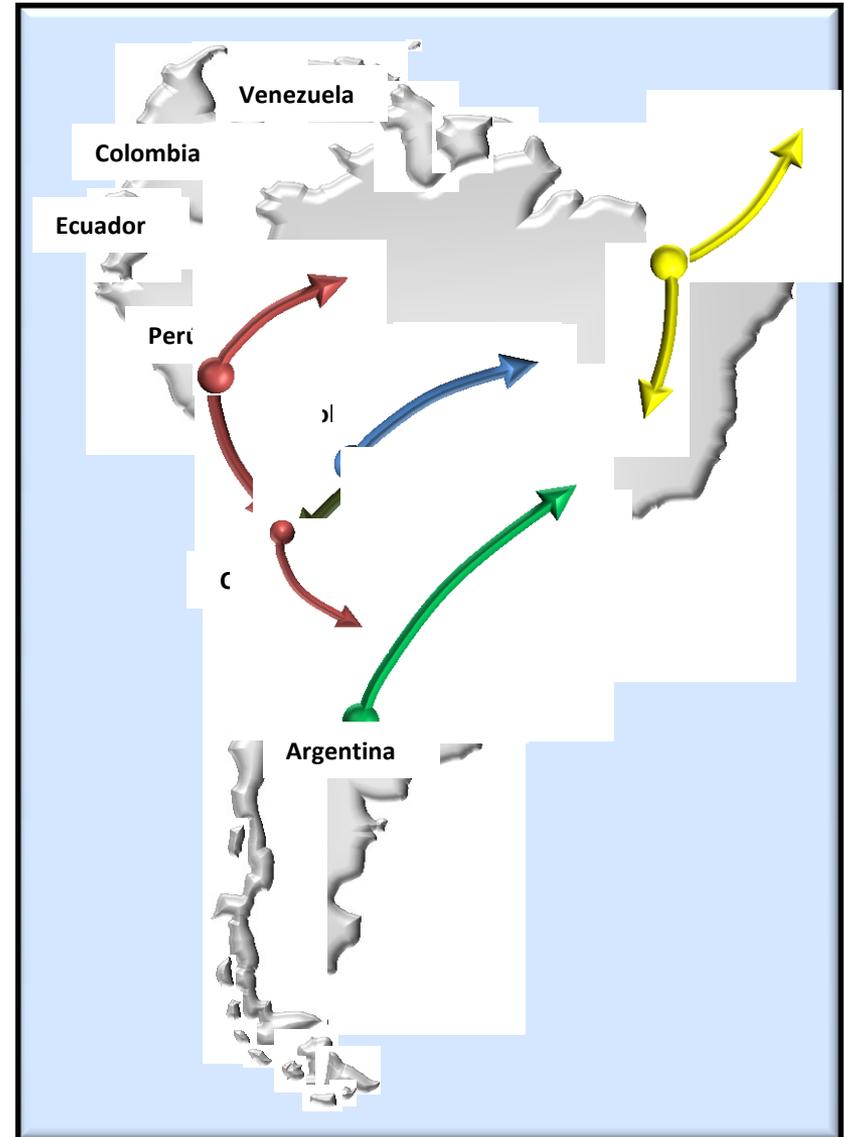
- Si se confirman los valores estimados por EIA, además de Brasil y Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay también tendrían enormes reservas de gas
- **1 TCF permite generar 1.000 MW durante 20 años**

Cuencas de Shale Gas



Mayores reservas de gas en Sudamérica incentivarán interconexiones/ flujos regionales

- Reservas muy superiores a requerimientos internos reducen aprehensiones respecto a exportaciones
- Precios desvinculados del petróleo incentivan desarrollo:
 - generación a gas vs. Carbón
 - Industrialización en la costa (metanol, fertilizantes, NH_3)
- Generación a gas es a su vez mejor complemento de desarrollo ERNC:
 - Velocidad de partida
 - Capacidad de regulación, complementando la disponibilidad ERNC
- Flujos en diversas direcciones
 - Anillo energético
 - Swaps multilaterales



(Megatendencia T.8)

Opciones de Shale Gas en Chile y SudAmérica reabren factibilidad de flujos relevantes de gas y electricidad entre países a partir de 2020

- Incremento estructural de reservas bajará aprehensiones referente a exportaciones de energía
- **Resulta lógico dar:**
 - **Prioridad a exploración zona con potencial de cada país**
 - **Acuerdos con USA referente a tecnologías de fracking y perforación horizontal**
- **Prepararse para restablecer interconexiones energéticas (gas y electricidad), cuidando:**
 - **Dependencia → interdependencia**
 - **Disponer de capacidad de generación autónoma**
- **Concordar Políticas de Estado de largo plazo referentes a:**
 - **Exportaciones/importaciones de energía**
 - **Acuerdos bi y multilaterales**

Para concretar el potencial flujo de interconexiones energéticas en Sudamérica a partir de 2018 es indispensable avanzar en acuerdos referidos a:

- Libre Tránsito para facilitar flujos de gas y electricidad entre países vecinos
- Medidas para dar Garantías de Cumplimiento a compromisos de:
 - Suministro
 - Servicio de transmisión
- Sistemas de Arbitraje y Resolución de Conflictos
- Sistema de Tarifas transparente, estable, predecible y no-discriminatoria
- Sistema de Open Access efectivo a gasoductos, terminales de recepción de combustibles y sistemas de transmisión

FIN