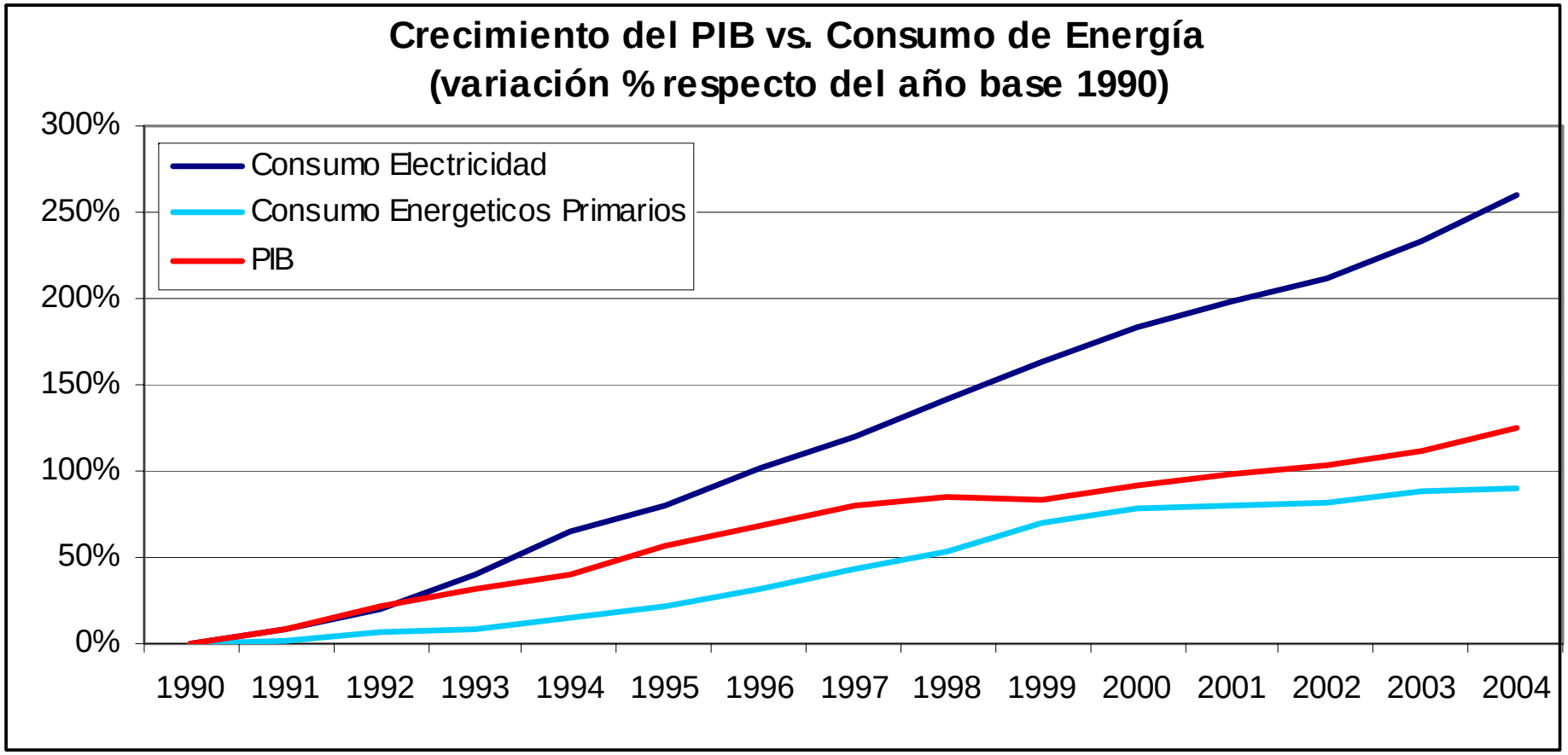
La opción nuclear en Chile

(comentarios a presentación de Geoffrey Rothwell)

Hugh Rudnick
Pontificia Universidad Católica de Chile

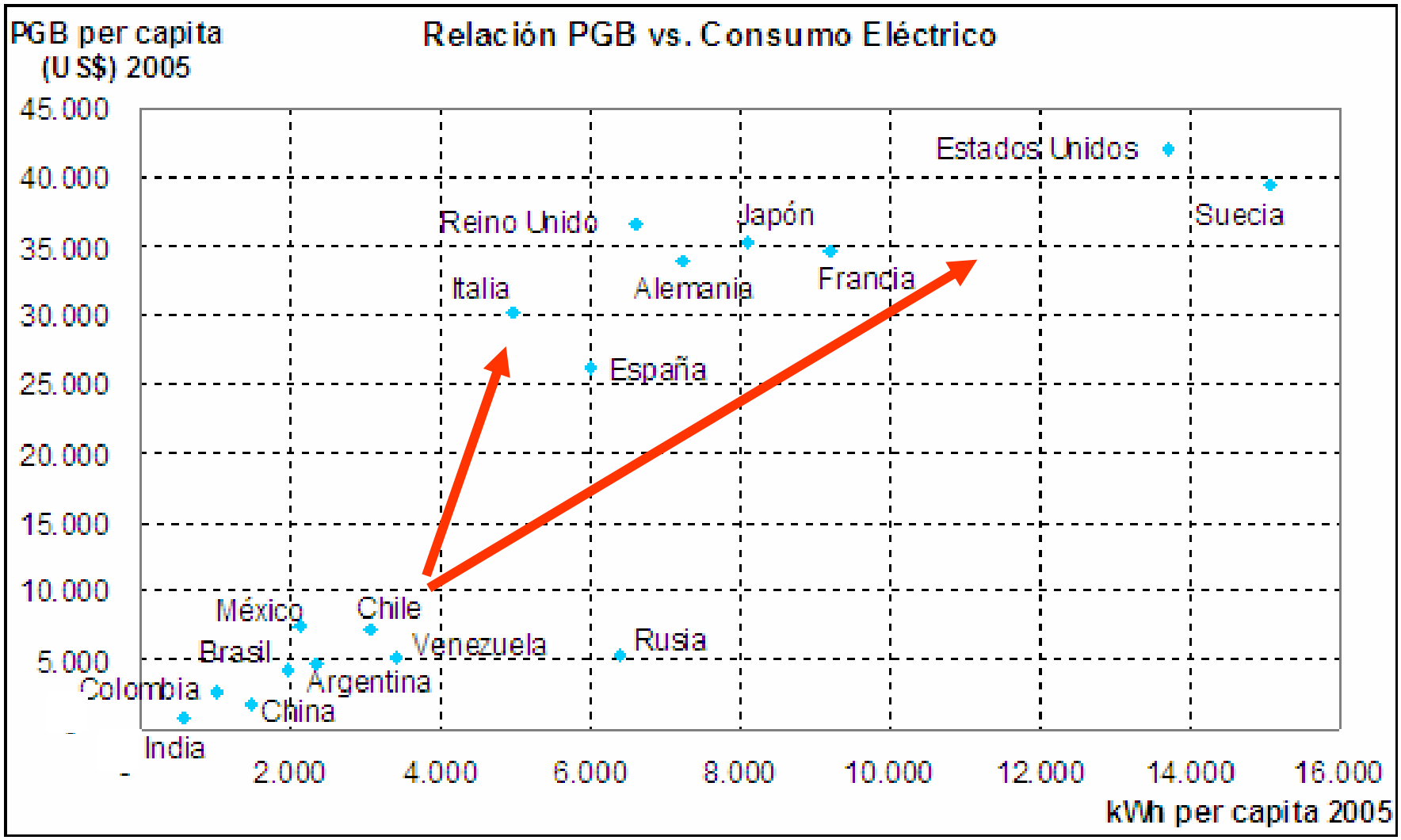
Centro de Estudios Públicos, 18 Octubre 2007

Desarrollo económico y crecimiento energético



Crecimiento Producto Geográfico Bruto versus Consumo Energético
(Fuente: CNE y Banco Central)

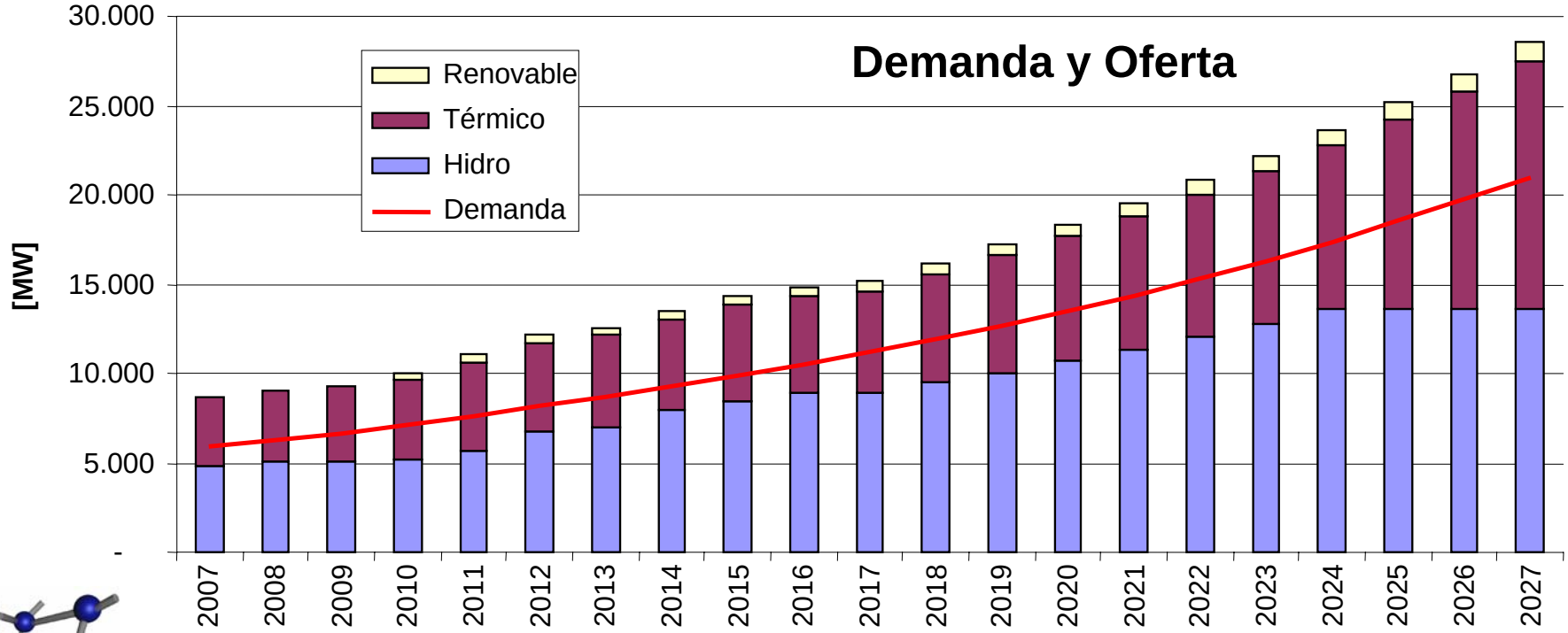
Desarrollo económico y crecimiento energético



Relación Producto Geográfico Bruto versus Consumo Eléctrico (Fuente: Banco Mundial)

Generación térmica necesaria a futuro

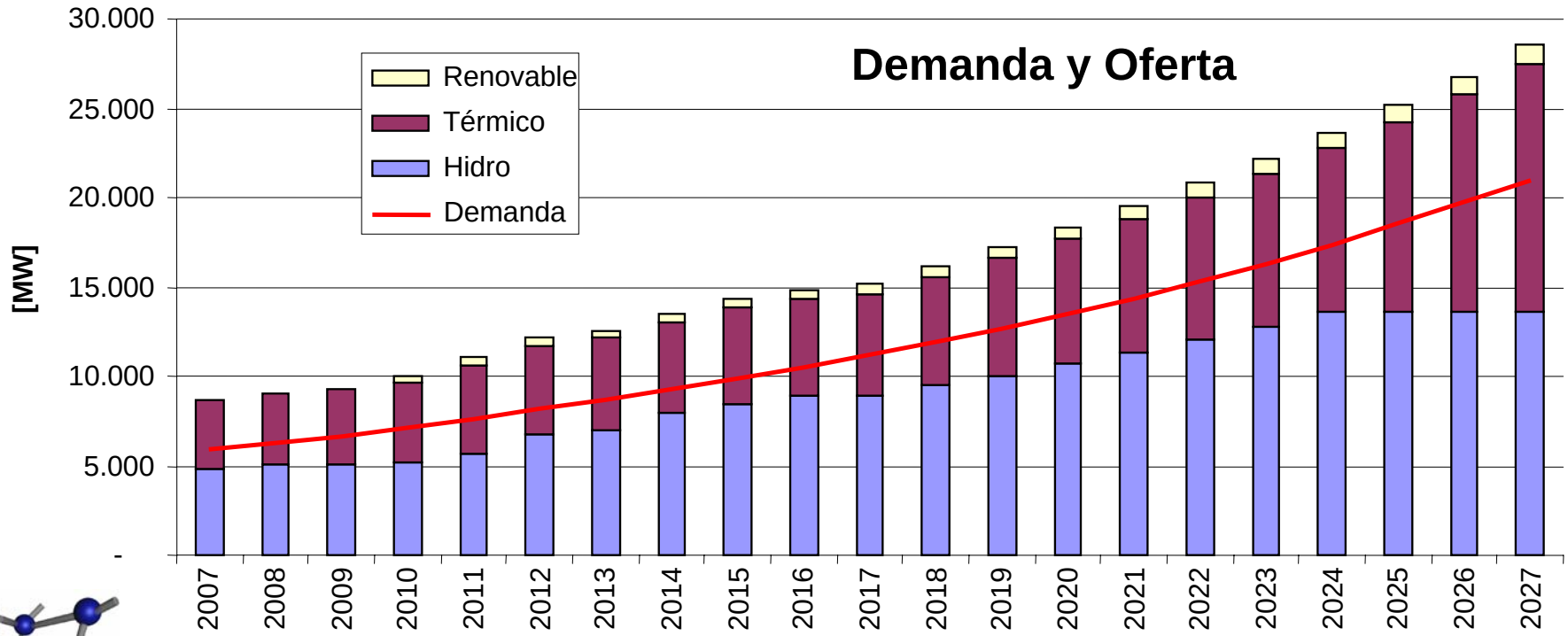
- Tasas anuales crecimiento demanda entre 6,5 y 7%
- Reserva en torno al 36%
- Renovables 5% demanda
- Potencial hidráulico explotado (incluyendo Aysén)
- Necesidad térmica de 10.000 MW adicionales al 2027



SYSTEP INGENIERIA Y DISEÑOS

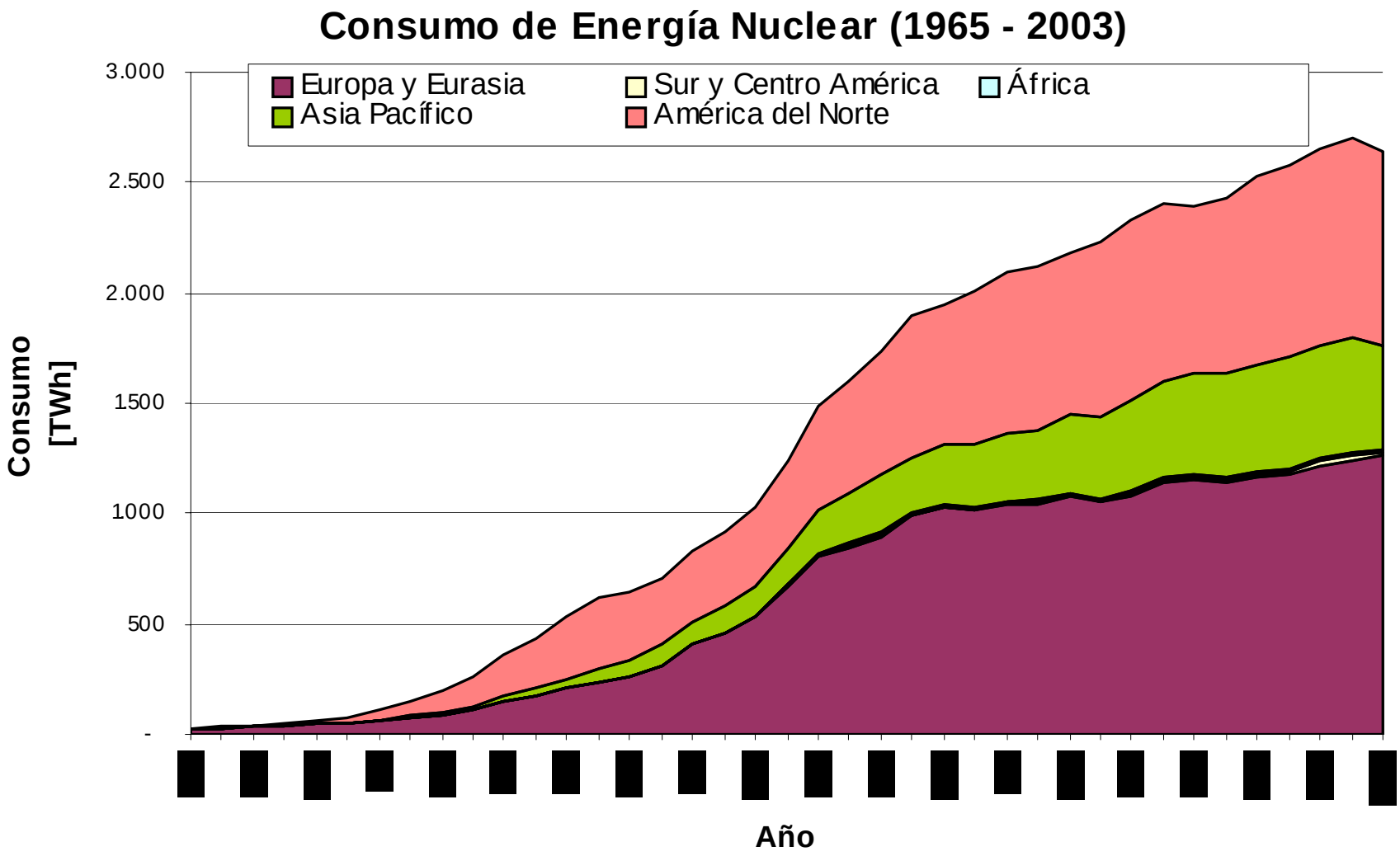
Generación térmica necesaria a futuro

- Necesidad térmica de 10.000 MW adicionales al 2027
  - ¿20 centrales térmicas a carbón?
  - ¿centrales nucleares más GNL más carbón …?



SYSTEP INGENIERIA Y DISEÑOS

Alternativa nuclear con proyección



Alternativa nuclear con proyección

-Concitando mucha atención en búsqueda de seguridad energética
-Objetivo de disminuir las emisiones a la atmósfera (calentamiento global)
-Fundamental mantener opción nuclear abierta como posibilidad para Chile

- **Fuerzas detractoras por riesgo de accidentes, manejo de residuos radioactivos y posibilidad de proliferación**

Alternativa nuclear – preguntas abiertas

-Costo de la electricidad nuclear
-Suministro combustible y manejo residuos
-Estrategia para abordar su desarrollo
-Riesgos financieros y rol del Estado
-Adecuar contexto regulatorio en que se insertará
-Percepción de la sociedad chilena
-Implicancias internacionales- Chile como un nuevo actor "nuclear"

Análisis de Geoffrey Rothwell

- Necesidad decisiones de desarrollo nuclear se realicen en marco conceptual claro (técnico-económico)
- Acciones en desarrollo a nivel internacional para asegurar provisión de combustible nuclear
- Costo nuclear es hoy mayor que alternativas de gas y carbón
- Necesidad anticipar posibilidad de invertir en centrales nucleares en Chile
- Alternativa enfrentar proceso vía opciones reales

Costos Medios Generación en Chile

Costos de Generación por tipo de Centrales

Central Tipo de energía	Inversión unitaria [US$/kW]	Costo de combustible	Costo de operación [US$/MWh]	Costo medio total [US$/MWh]
HIDROELÉCTRICAS				
Embalse (400 MW)	1000-1200			18-22
Pasada (400 MW)	1300-1500			22-30
TERMOELÉCTRICAS		[US$/Mbtu]		
Gas Natural (370 MW)	630	2.30	19.2	28.0
Gas Natural (370 MW)	630	4.23	33.1	42.6
GNL (370 MW)	630	7.50	50.3	59.7
Gas Natural a Diesel, 500 horas (370 MW)	670	7.32	51.4	68.5
		[US$/Ton]		
Carbón (250 MW)	1,000	60	25.2	47.0
Carbón/Petcoke (250 MW)	1,250	54	20.4	45.3
Carbón/Petcoke lecho fluidizado (250 MW)	1,700	60	22.4	55.0
Turbina Diesel (120 MW)	450	510	164.2	184.3

Fuente: CNE, 2006

Costos generación nuclear

Comparing with CCGT ($2005) Values from AEO (2007, Table 39, p. 77)	Units	ALWR r = 10%	CCGT r = 10%
Costs			
Capital (including IDC)	$/MWh	$35.07	$8.85
Operation	$/MWh	$8.57	$3.28
Fuel Cycle - Front End	$/MWh	$7.67	$38.00
Fuel Cycle - Back End (Waste or Carbon)	$/MWh	$1.00	$4.27
Levelized Cost without Carbon Tax	$/MWh	$52.30	$50.13
Levelized Cost with Carbon Tax	$/MWh	$52.30	$54.40

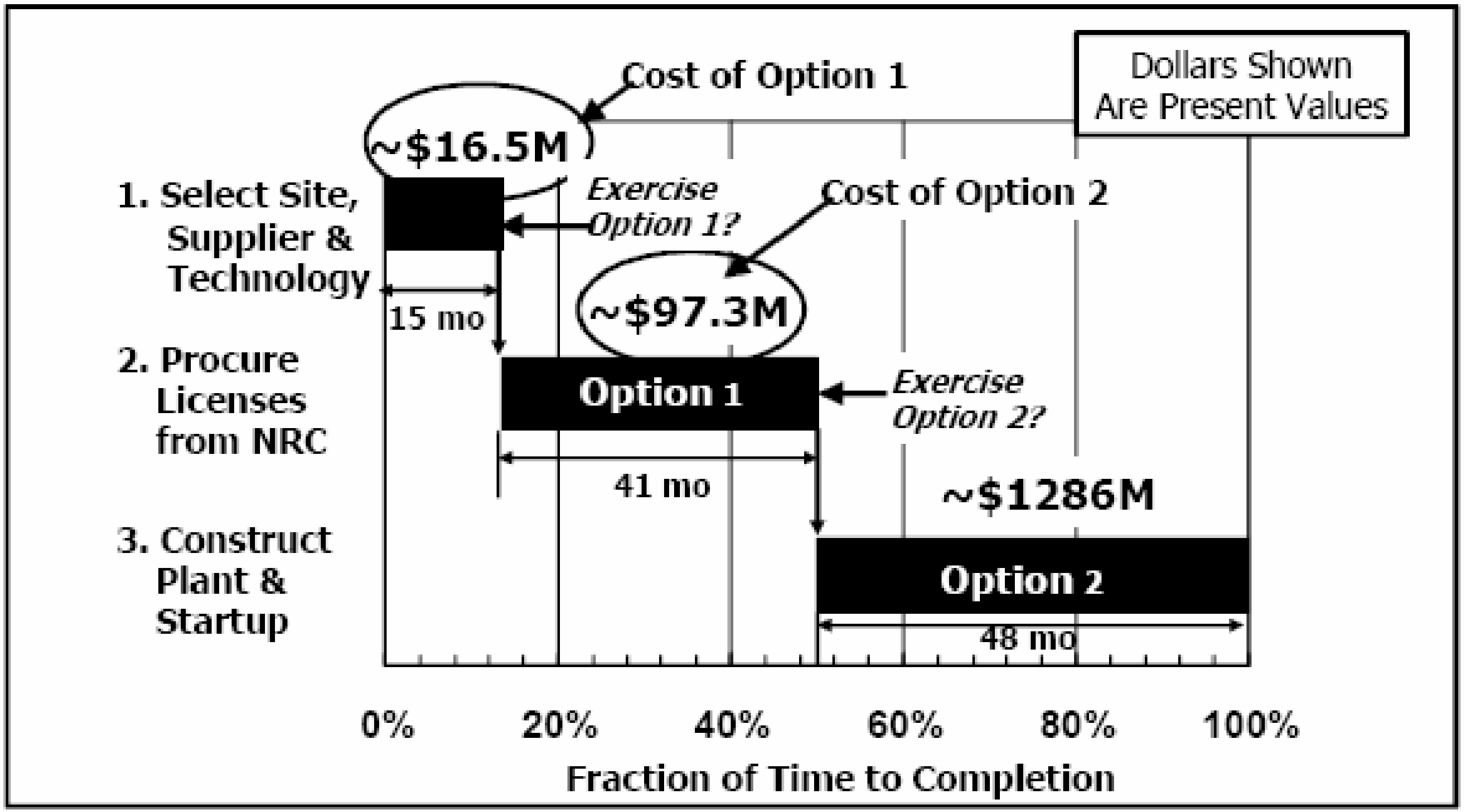
Gas a 6,38 US$/MBTu
ALWR Advanced Light Water Reactor
CCGT Combined Cycle Gas Turbine

Uso de opciones reales para central nuclear

- Clave del uso de opciones en la evaluación de la central nuclear es la forma de tomar el proyecto como una serie de fases
- Resultado de cada fase* influye en la decisión de seguir o no con el proyecto.
- Se definen dos opciones u oportunidades secuenciales para evaluar si se continúa con el proyecto o se abandona, dadas las condiciones del mercado.

* De acuerdo a variables de decisión específicas (precio electricidad, costo de insumos, costo de capital, demanda, etc.)

Uso de opciones para central nuclear



*Estudio central nuclear en Texas, EEUU

Uso de opciones para central nuclear

- En la primera fase se gasta $16,5 M en 15 meses para poder tener la opción de adquirir una licencia
- Al final de la fase se puede ejercer la opción de la licencia (que vale $97,3 M)
- Si no se ejerce, se abandona el proyecto y los $16,5 M se pierden.
- De forma análoga, luego de 41 meses se decide ejercer o no la opción de construir la planta ($1286 M).
- No se profundiza en el modelo de opciones ni se evalúa para Chile, aunque se plantea que el valor de invertir en la primera etapa sería apróx. $20 M

Uso de opciones para nuclear en Chile

- Un modelo análogo para Chile no necesariamente mantendría los mismos supuestos (que deberían basarse en mercado chileno) y seguramente los números presentados serían distintos.
- La propuesta es interesante y definitivamente la evaluación de una central nuclear a través de opciones reales parece un enfoque mejor que utilizar sólo el criterio del VAN.

Central nuclear en mercado competitivo

- Necesario analizar y cuantificar en que medida una central nuclear es rentable bajo un esquema de mercados eléctricos competitivos comparado con el marco regulatorio más rígido (como en EEUU) en el que se hace el análisis.
- Lo nuclear necesariamente requiere intervención regulatoria del Estado (nuevos conceptos, leyes y regulaciones) y eventualmente económica (subsidios, traspaso riesgos, seguros regulatorios)
- ¿Cómo conciliar nuestro modelo subsidiario de desarrollo energético?

Central nuclear en mercado competitivo

- De los 3 mayores componentes de los costos de generación nuclear (capital, combustible y O&M) el costo de capital es aproximadamente el 70% del total, mientras sólo representa un 20% del costo total para un ciclo combinado.
- Inversionistas: fuerte preferencia hacia los periodos de retribución más cortos, lo que hace que las inversiones con menores "lead times" sean más atractivas. En un mercado competitivo, son los **inversionistas y no los consumidores los que deben asumir los riesgos** e incertidumbres derivados de la obtención de permisos, de los costos de construcción y del rendimiento operativo*.

*Todas las centrales actuales fueron construidas por entes estatales o en entornos de **monopolio regulado**, en los que el riesgo fue asumido por los consumidores y no por las empresas.

Percepción de la sociedad chilena

-Tema central es identificar la percepción de la sociedad chilena en relación al desarrollo nuclear y su seguridad
-Liderazgo político y apoyo de la media es central en esto

Necesidad de definiciones estratégicas del Estado

Consultas a Geoffrey Rothwell

- En EEUU existe un marco regulatorio para extender licencias para la construcción de plantas nucleares. ¿En cuanto tiempo se puede diseñar dicho marco en un país como Chile?, ¿Cuales son los puntos claves que debería tener?, ¿En qué medida dicho marco deberá ser distinto en un contexto competitivo?
- El análisis utiliza el precio del gas natural, en términos del precio de electricidad, como variable incierta, ¿Cuáles son otras variables de decisión inciertas relevantes en la evaluación de una central nuclear? ¿Costos de combustible nuclear? ¿Costos de tratamiento de desechos? ¿Costo sísmico? ¿Costo del capital para central nuclear?