

Contratos de generación de electricidad: *motor de expansión de capacidad*



**FORO
ANUAL**

TARIFAS, COSTOS Y MATRIZ ENERGÉTICA
EN LA REPÚBLICA DOMINICANA Y LA REGIÓN



- **Mecanismos de mercado para asegurar la suficiencia de suministro**
- **Contratos forward**
- **Estrategia de contratación de suministro de energía**
- **¿Cuándo no funciona el mecanismo de contratos?**

Evolución de la estructura del mercado eléctrico

Competencia en el mercado mayorista



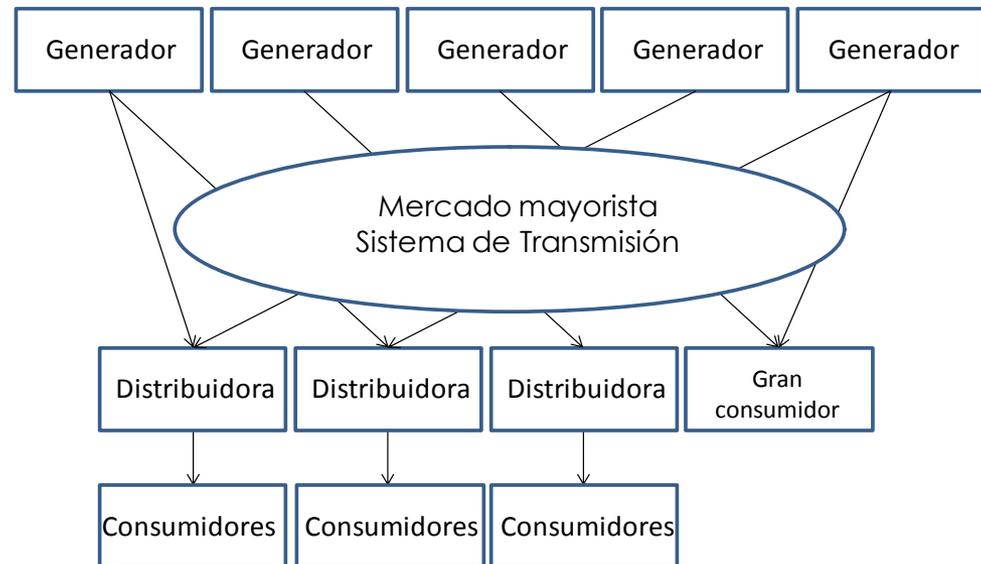
▪ A principios de los 80's

- Integración vertical
- Monopolios
- Estado regulador

▪ Mercado mayorista

- Se distinguen tres segmentos en el mercado: **generación, transmisión y distribución**
- Generadores negocian directamente con distribuidoras y grandes clientes
- Mercado de compra y venta competitivo.

Desregulación del mercado



Países en donde se usa:

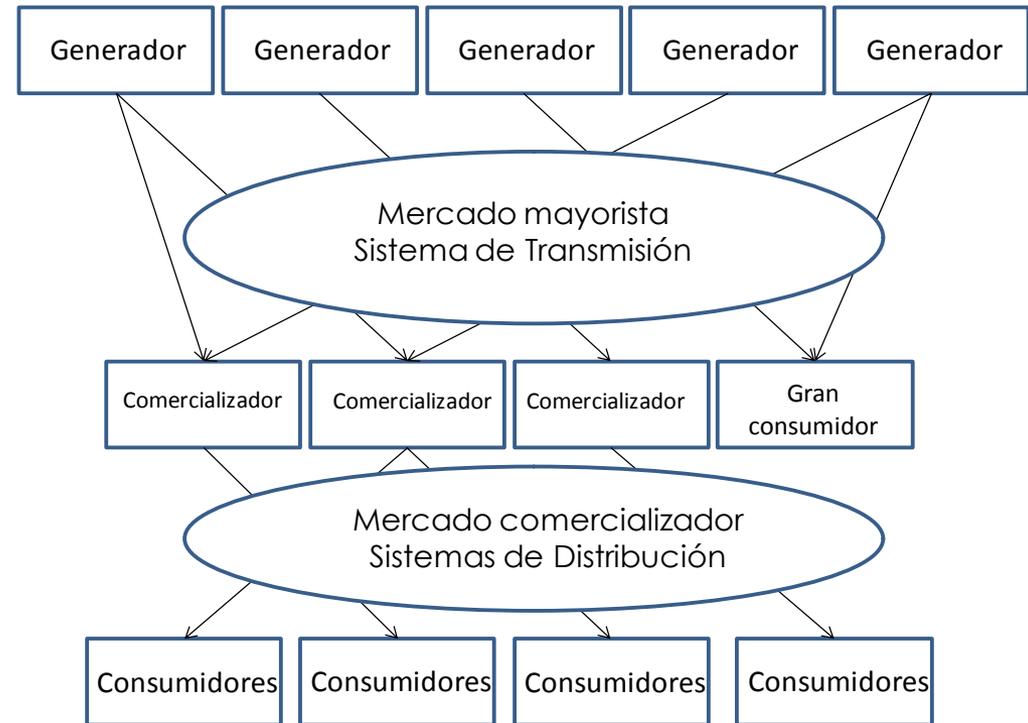
- Chile (1982)
- Perú (1993)
- Argentina (1992)
- Otros..

Evolución de la estructura del mercado eléctrico

Competencia en la comercialización



- Separa las redes de distribución (monopolio) de la comercialización de la energía
- Introduce competencia en la comercialización del energía
- Clientes finales pueden negociar sus tarifas de acuerdo a sus preferencias



Países en donde se usa:

- Reino Unido (1989)
- Colombia (1994)
- Brasil (1998)
- EE.UU...

Oferta y demanda de suministro eléctrico



■ Productos

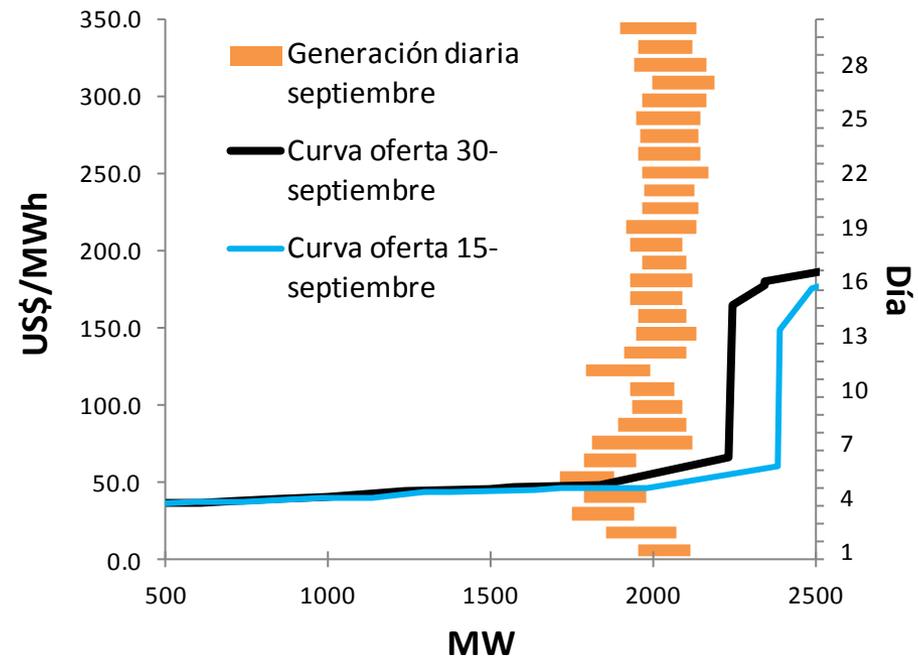
- Energía
- Potencia o capacidad
- Servicios complementarios
- Atributos renovables (bonos, certificados, entre otros)

■ Tipos de clientes

- Regulados
- No regulados

■ Mercados

- Corto plazo
- Largo plazo



Fuente: Systep, Curva de oferta SING Sept. 2013

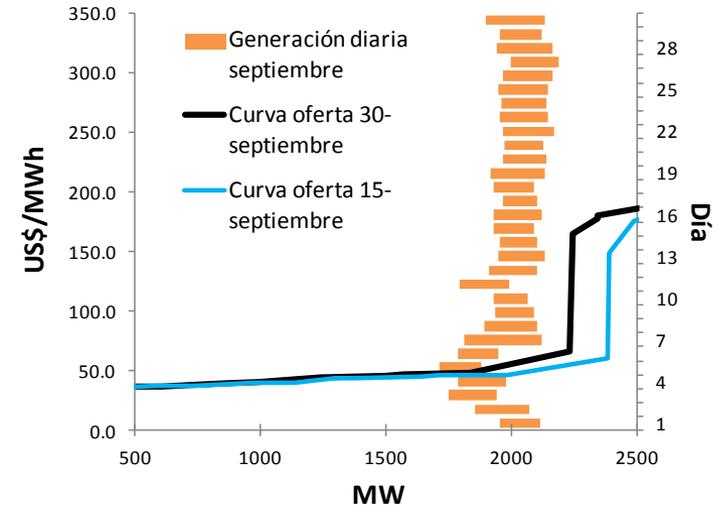
Esquemas de venta de energía

Ejemplos de mercados de corto plazo



■ Mercado Spot

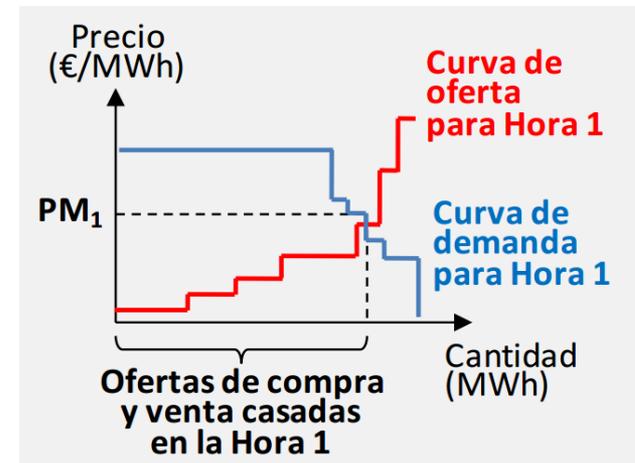
- En base a ofertas (ej. Reino Unido, Colombia, EE.UU, España)
- Marginalista o de costos auditados (ej. Chile, Perú, Argentina)



Fuente: Systep, Curva de oferta SING Sept. 2013

■ Mercado del día previo

- Los agentes envían sus ofertas para cada hora del día siguiente (cantidad y precio)
- Se construyen las curvas de oferta y demanda para cada hora y se realiza la casación
- Usado en EE.UU, España, Reino Unido, Brasil, Colombia, Nord Pool, etc.



Esquemas de venta de energía

Mercados de largo plazo

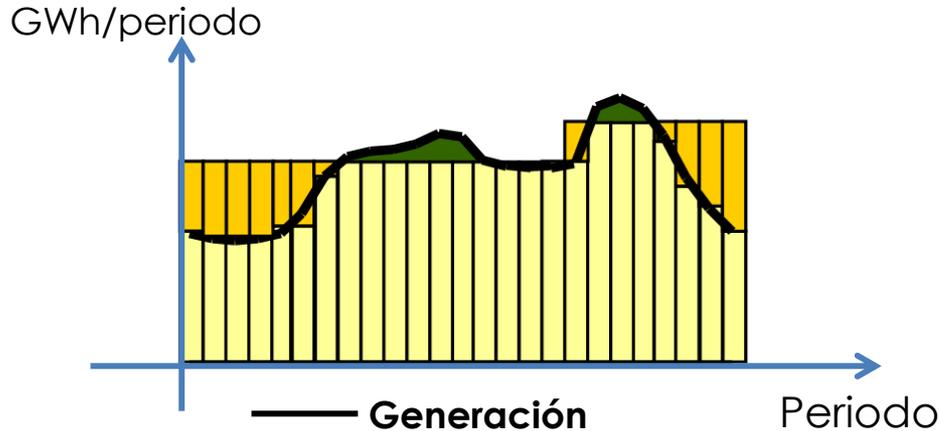


- Son mecanismos de gestión de riesgo
- Brindan garantías de suministro
- Permite la participación de nuevos agentes
- Generan competencia
- Incorporación de nuevos productos al mercado



Principales derivados de energía

Contrato forward y opciones tipo call



Contratos forward

Acuerdo privado no estandarizado que obliga a una parte a entregar energía a cambio de un precio acordado.



Opciones tipo call

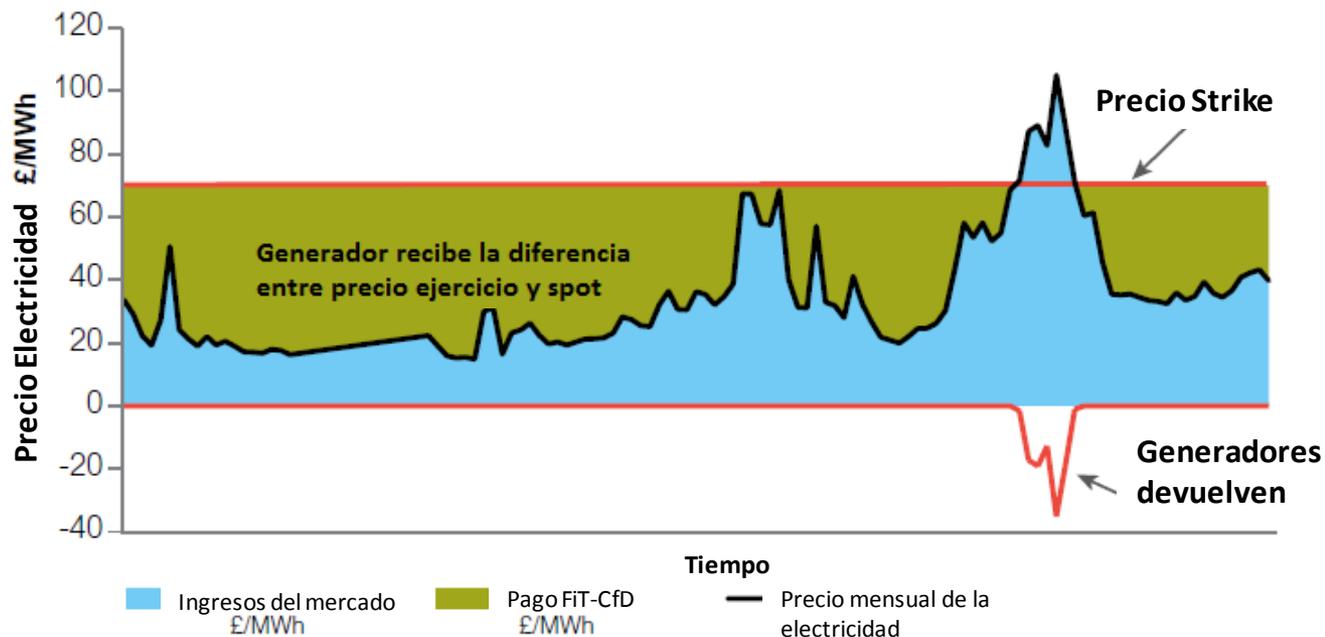
Da al comprador el derecho - pero no la obligación- a comprar energía a un precio predeterminado (strike price) por el pago de un premio por riesgo.

Principales derivados

Contratos por diferencia*



- Este instrumento garantiza el pago de la diferencia de precio entre un precio fijado por los participantes y el mercado spot.



Fuente: Planning our electric future: a White Paper for secure, affordable and low-carbon electricity, 2011

*Actualmente en discusión en el Reino Unido en el Electricity Market Reform (EMR).

Licitaciones de de contratos de suministro largo plazo para clientes regulados en Latinoamérica

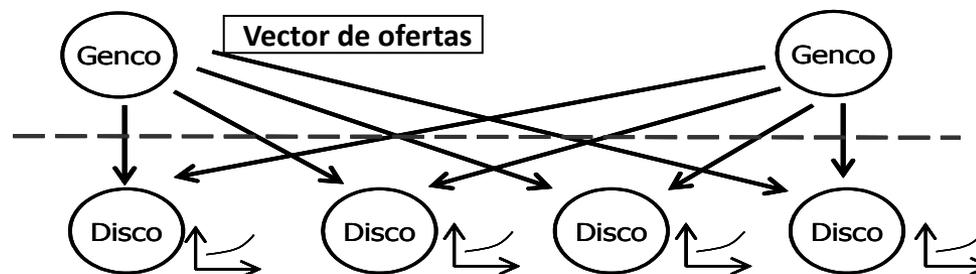


- Mercados de alto crecimiento de la demanda con necesidad de inversiones intensivas en capital.
- Sucesivas crisis en los mercados eléctricos originan necesidad de cambios para asegurar expansión eficiente de sus sistemas.
- Características centrales:
 - 100 % demanda contratada
 - Contratos como instrumentos financieros, respaldados por capacidad o energía firme
 - Procesos de licitación abiertos, públicos y con plazos suficientes
- Países que implementaron licitaciones:
 - Brasil (2004)
 - Chile (2005)
 - Perú (2006)
 - Colombia (2008)

Experiencia Internacional en licitaciones de suministro - Chile



- A partir del año 2005 (Ley 20.018), legislado con urgencia en medio de una crisis.
- Proceso de licitación es llevado por cada distribuidora, con la posibilidad de licitar conjuntamente y observado por el regulador.
- Proceso *pay as bid* de sobre cerrado, adjudicado a la oferta de menor precio.
- Se licita energía en base a dos productos:
 - Bloque base
 - Bloques variables
- Indexación de precios de energía es propuesta por cada generador en su oferta
- El producto **potencia** no es parte de la licitación y es transado independientemente



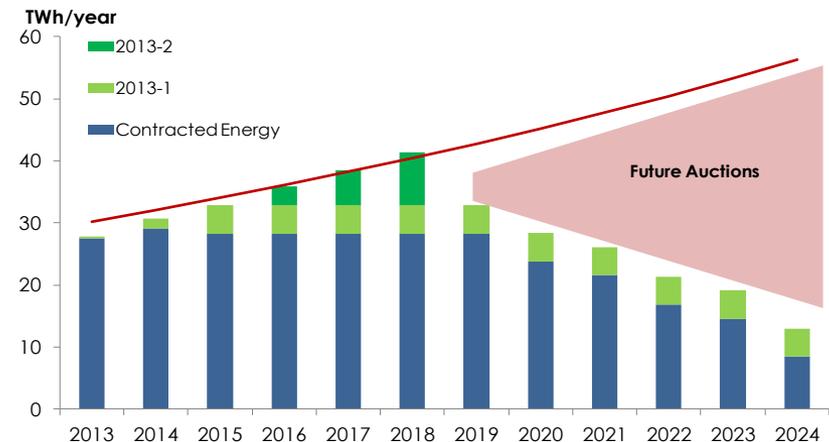
Experiencia Internacional en licitaciones de suministro - Chile



- Resultados del proceso de licitaciones en Chile
(Energía total adjudicada = 27.366 GWh-año)

	Año licitación	Año inicio suministro	Duración promedio contratos	Precio techo USD/MWh	Precio adjudicación USD/MWh	Energía total GWh-año	Energía adjudicada GWh-año	Energía no adjudicada GWh-año
Licitación 1	2006	2010	11 años	61,70	52,80	14.170	12.766	1.404
Licitación 2.1	2007	2011	12 años	62,70	59,70	14.732	5.700	9.032
Licitación 2.2	2008	2014	12 años	71,06	65,80	1.800	1.800	0
Licitación 3	2009	2010	12 años	125,16	104,31	8.010	7.100	910

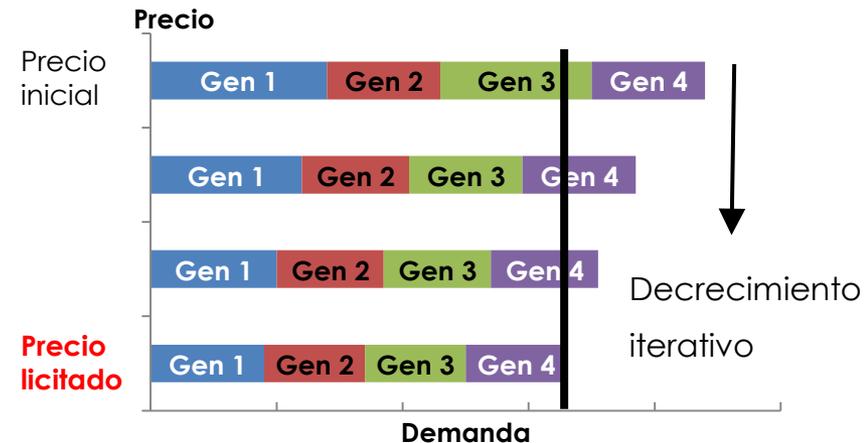
- Actualmente se está desarrollando el cuarto proceso de licitación
 - Licitación conjunta para todas las empresas distribuidoras
 - Dos horizontes
 - 2015-2019
 - 2019-2031
 - Precio techo = 129,04 USD/MWh



Experiencia Internacional en licitaciones de suministro - Brasil



- Desde el año 2004
- Proceso centralizado donde se licita la demanda agregada de las distribuidoras
- Certificados de energía firme
- Mecanismo de casación:
 - Licitación Inglesa
- Licitaciones de energía en basa en contratos forward y opciones (tipo call)



- Tipo de licitaciones:

Tipo	Duración contrato	Motivación del proceso
Licitaciones A-5	30 años	Introducción de nueva generación (5 años tiempo considerado para la construcción de nuevas centrales)
Licitaciones A-3	15 años	Introducción de nueva generación térmica (3 años tiempo construcción) y ajuste de las proyecciones de demanda realizada por las distribuidoras
Licitaciones A-1	5-8 años	Asegurar suministro con centrales existentes

Experiencia Internacional en licitaciones de suministro - Brasil



- Desde el año 2005 hasta 2012:
 - Se han realizado 25 licitaciones de nueva capacidad (8 específicas para energía renovable)
 - Se han contratado 65,000 MW
 - Los contratos tienen un valor de US\$ 400 billiones
 - La energía renovable corresponde al 60% de la energía (40% mediante hidroeléctricas convencionales y 20% a través de otras renovables)
 - Se han desarrollado 450 nuevos proyectos de generación

Precios resultantes de las licitaciones

Fecha licitación	Precio promedio logrado
	USD/MWh
12-2004	35.87
04-2005	51.34
12-2005	55.01
06-2006	58.35
09-2007	46.58
11-2008	58.35
05-2009	64.43
02-2010	70.88

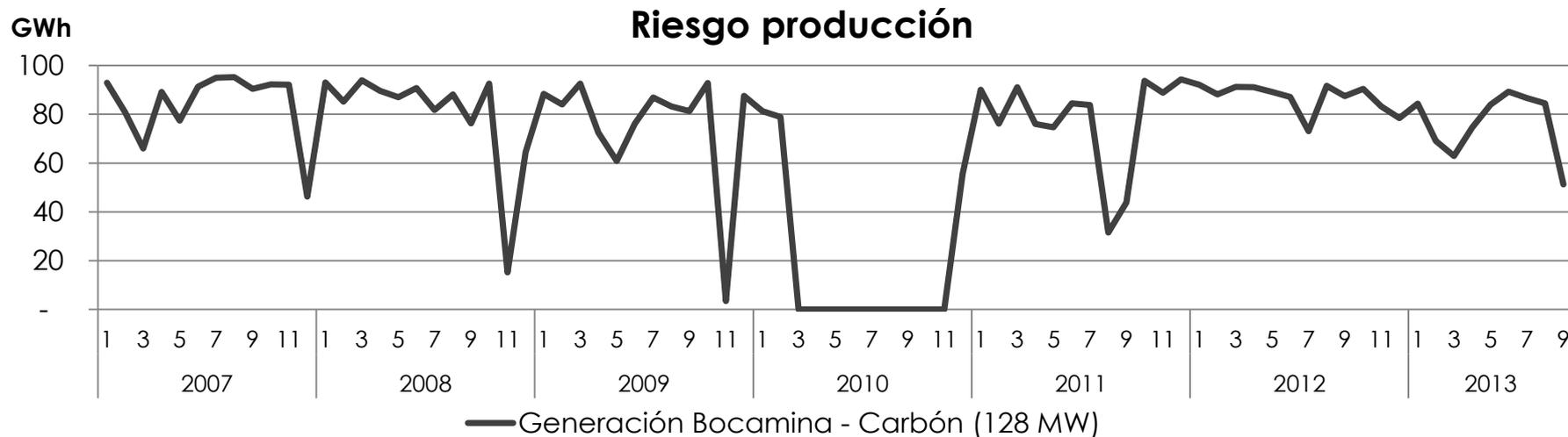
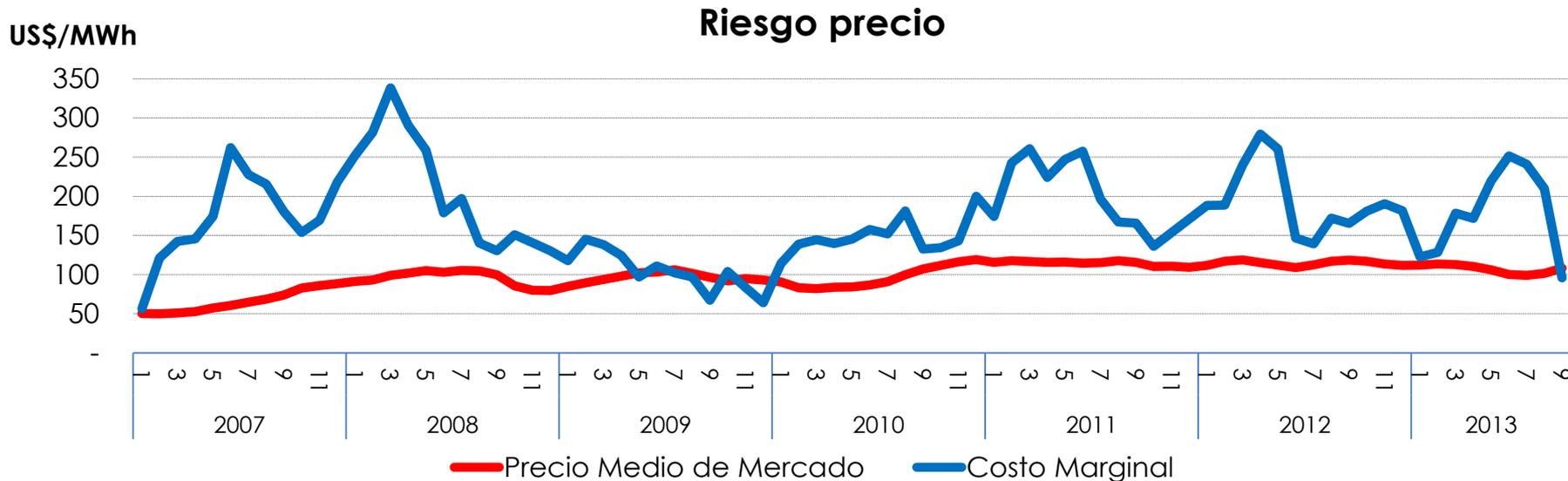
- Expansión por las subastas corresponden a más de 90% de la nueva generación

Fuente: PSR

Tipos de riesgo de un proyecto de generación



Riesgo precio y riesgo producción

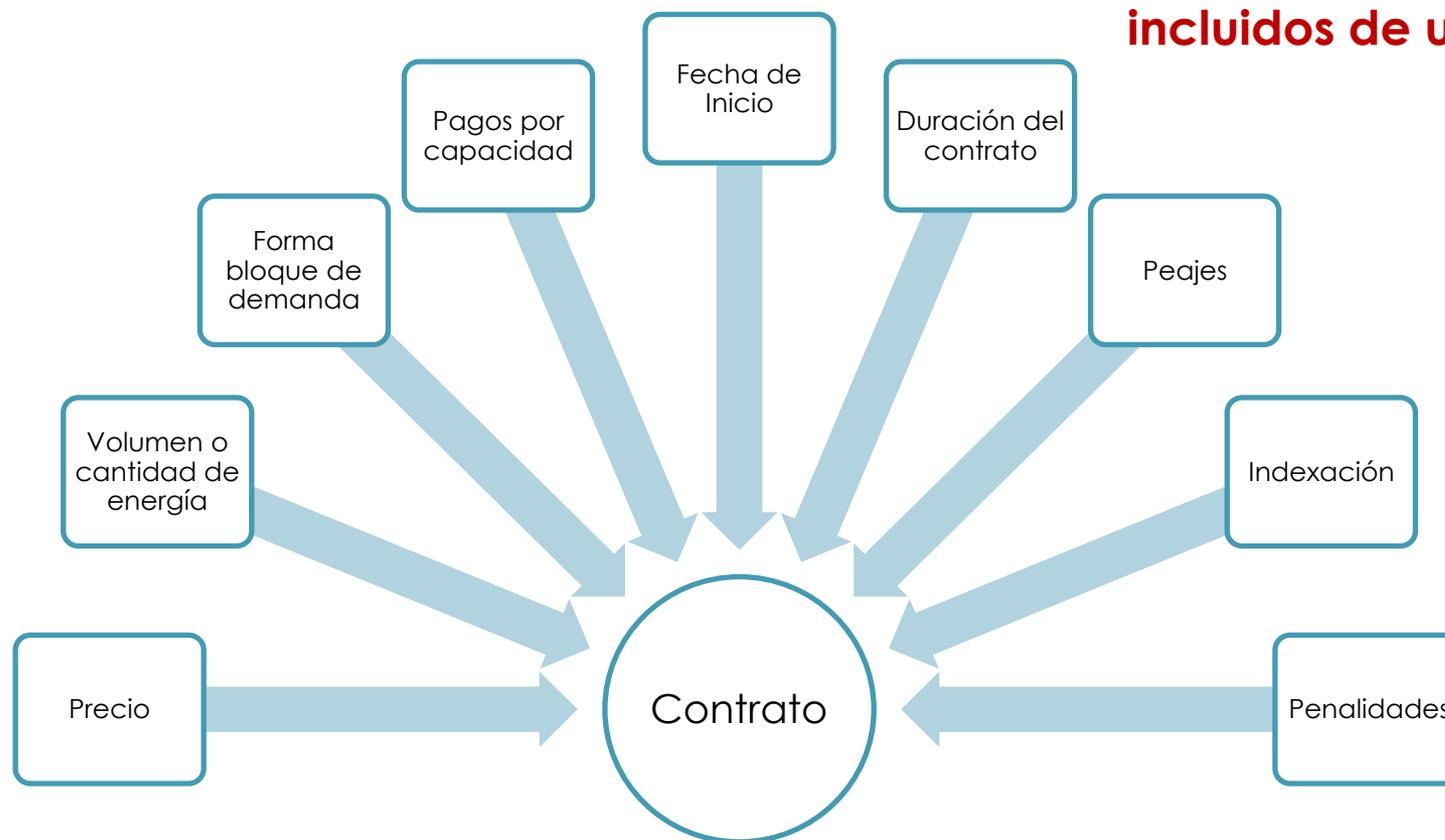


¿Qué es un contrato forward de energía?



- Un acuerdo privado, generalmente no estandarizado, que obliga a una parte a entregar una determinada cantidad de un bien o servicio y a la otra parte a comprar dicha cantidad a un precio acordado.

Principales elementos incluidos de un contrato



Ejemplos de tipos de contrato



■ PPA (Power Purchase Agreement)

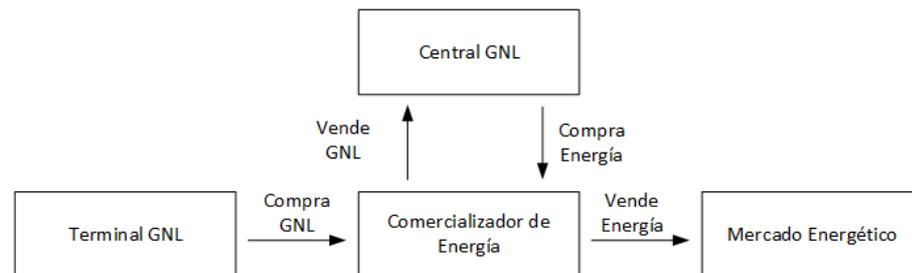
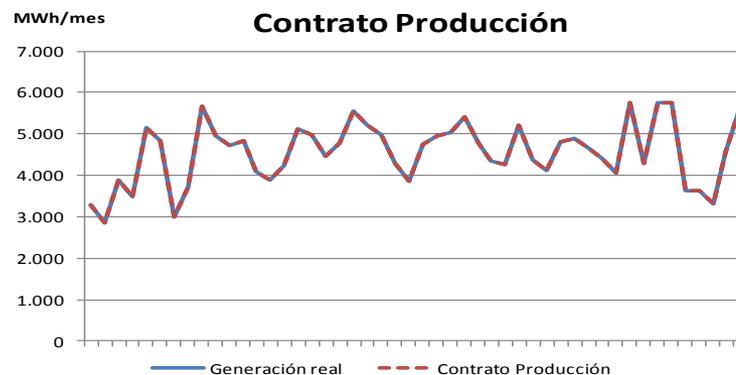
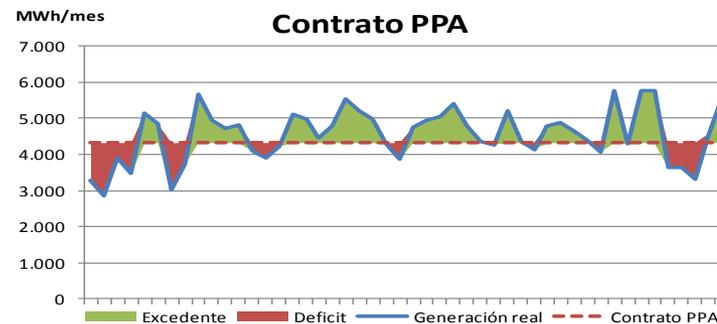
- Contratos negociados bilateralmente o a través de licitaciones de suministro
- Estabilización de ingreso (generador)
- Reduce riesgo de suministro (demanda)

■ Producción

- Contrato bilateral
- El cliente compra toda la generación a un precio determinado
- Generador deja de percibir riesgo de precio y de generación (menor precio de contrato en comparación con PPA)

■ Tolling agreement

- El combustible puede ser entregado por el tomador de la energía
- Existe un cargo por el uso de las máquinas



Componentes relevantes contrato (1 de 2)



- **Precio de energía**
 - Depende del tipo de mercado y riesgos asociados
 - Precio aceptable para ambas partes que les permita compartir el riesgo.
 - Relación con costos marginales de largo plazo y costos de desarrollo de tecnología eficiente
- **Volumen de energía**
 - Depende de los requerimientos de demanda y puede ser definido bajo diferentes esquemas:
 - bloques fijos
 - consumo/producción
 - Puede ser modulación de demanda a través del día/estacional
- **Ingresos por capacidad**
 - Depende del tipo de regulación. Si existe un mercado de capacidad:
 - Puede pagarse al precio y cantidad regulada o negociar un precio distinto
 - Generalmente, son un considerados como un ingreso separado y distinto a la venta de energía.
- **Duración del contrato**
 - Corto plazo (0 – 2 años)
 - Mediano plazo (5-10 años)
 - Largo plazo (10 o más años)

Componentes relevantes contrato (2 de 2)



■ Uso del sistema de transmisión

- Se debe asignar responsabilidad sobre el pago, dependiendo de la regulación local:
 - pass through de los costos a clientes finales
 - cargos a los generadores
 - Esquemas híbridos

■ Punto de inyección/retiro

- Existencia de precios zonales o nodales (desacoples)

■ Indexación

- Busca mantener el valor real en el tiempo
- Refleja estructura de costos del generador
- Cláusulas de revisión

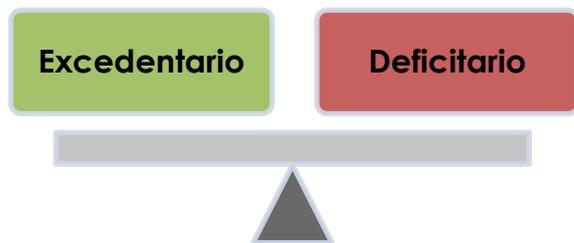
Licitación	Generador	Indexación				Inicio Suministro
		CPI	Carbón	GNL	Diesel	
Licitación 1 2006	AES Gener	31%	69%	0%	0%	2010
	Colbún	30%	45%	0%	25%	
	Endesa	70%	15%	15%	0%	
	Guacolda	60%	40%	0%	0%	
Licitación 2 2007	Colbún	100%	0%	0%	0%	2011
	Endesa	70%	0%	30%	0%	
Licitación 2.2 2008	AES Gener	100%	0%	0%	0%	2011
Licitación 3 2009	AES Gener	100%	0%	0%	0%	2010
	Campanario	100%	0%	0%	0%	
	Colbún	100%	0%	0%	0%	
	Endesa	100%	0%	0%	0%	
	Monte Redondo	100%	0%	0%	0%	

$$\text{PRECIO}_{\text{energía}} = \text{PRECIO}_{\text{base}} \times \left(a1 \times \frac{\text{Index}_1}{\text{Index}_{1o}} + a2 \times \frac{\text{Index}_2}{\text{Index}_{2o}} + \dots + aN \times \frac{\text{Index}_N}{\text{Index}_{No}} \right)$$

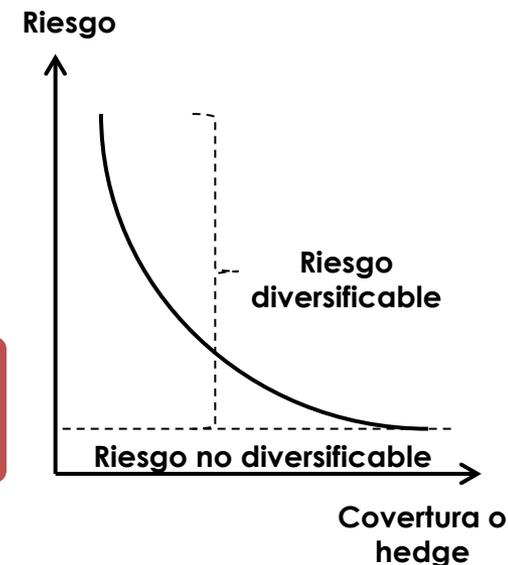
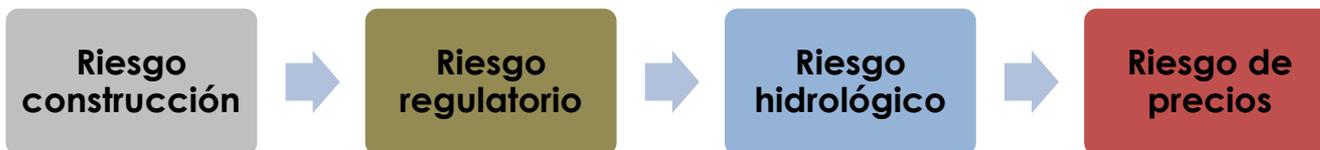
Desarrollo de una estrategia de contratación



Definir el camino a seguir...



... para maximizar ingresos, controlando el riesgo



Herramientas para el análisis de riesgo en contratos de suministro

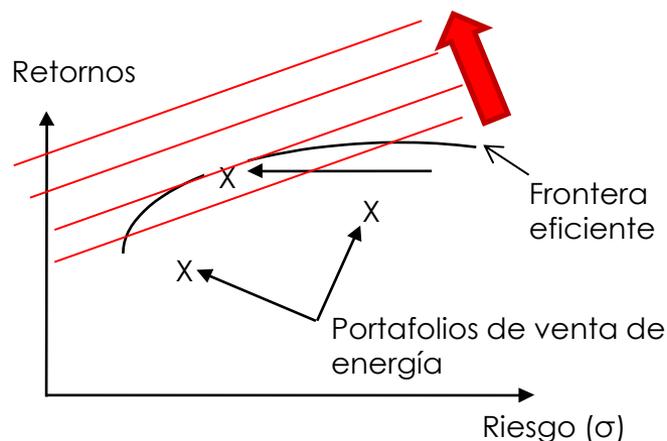


- Existen diversas herramientas para determinar el nivel o la cantidad óptimo de energía, como por ejemplo:
 - Markowitz
 - Downside risk
 - Value at risk
 - Condicional VaR

Se busca maximizar la **función de utilidad de la empresa**:

$$\max U(\tilde{\pi}) = \max E[\tilde{\pi}] - \gamma \cdot \text{Var}[\tilde{\pi}]$$

↓
Índice de
aversión al riesgo

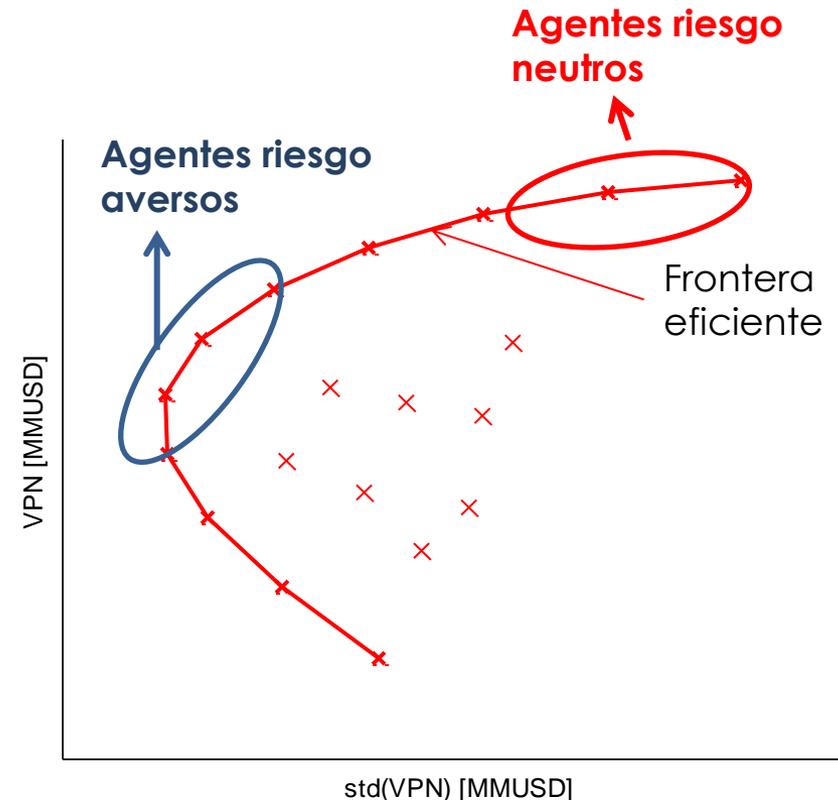


Herramientas para el análisis de riesgo

Markowitz



- Trade-off entre retornos y su variabilidad
- Desviación estándar de ingresos como parámetro de riesgo
- Construcción mediante enumeración completa de los posibles portafolios
- Frontera eficiente: permite identificar el portfolio de máximo retorno o de mínima varianza



Herramientas para el análisis de riesgo

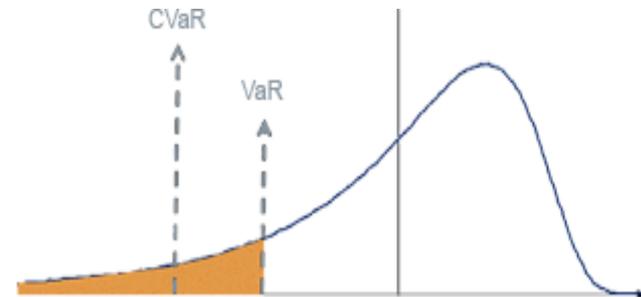
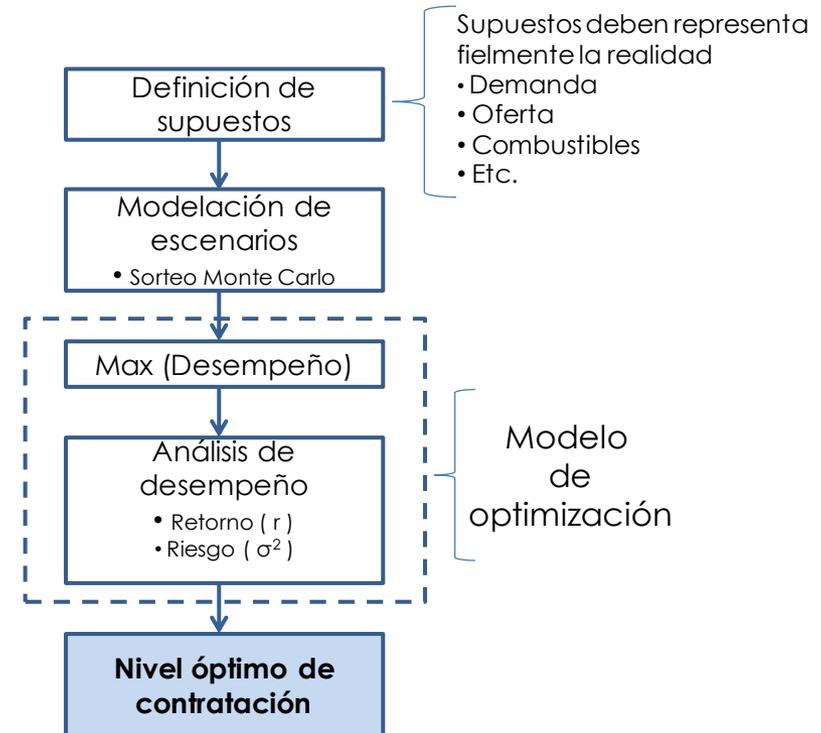
Conditional Value at Risk (CVaR)



- Valor esperado de la variable aleatoria para valores bajo el percentil $1 - \alpha$
- Mide eventos de alto impacto pero baja probabilidad
- Ventaja para modelos de programación matemática. Procedimiento de optimización para encontrar nivel de contratación

$$\max_x \lambda CVaR_{\alpha}(r_s) + (1 + \lambda) * E(r_s)$$

x : % de contratación óptimo de la central
 λ : Parámetro de aversión al riesgo, $\lambda \in [0, 1]$. Uno representa una alta aversión al riesgo



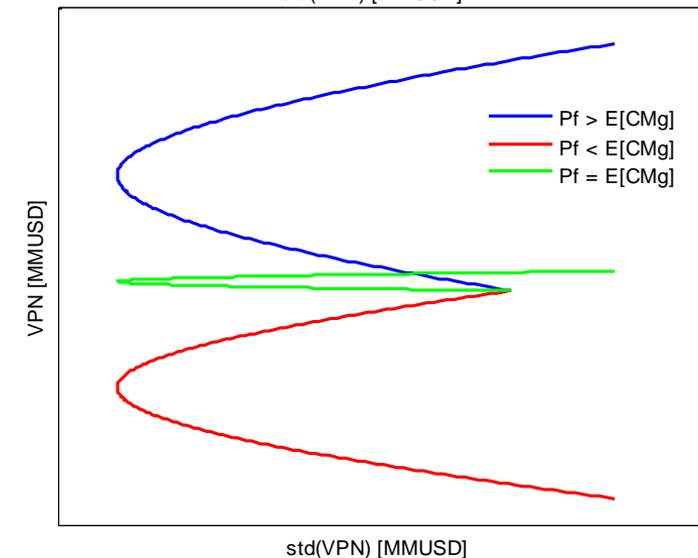
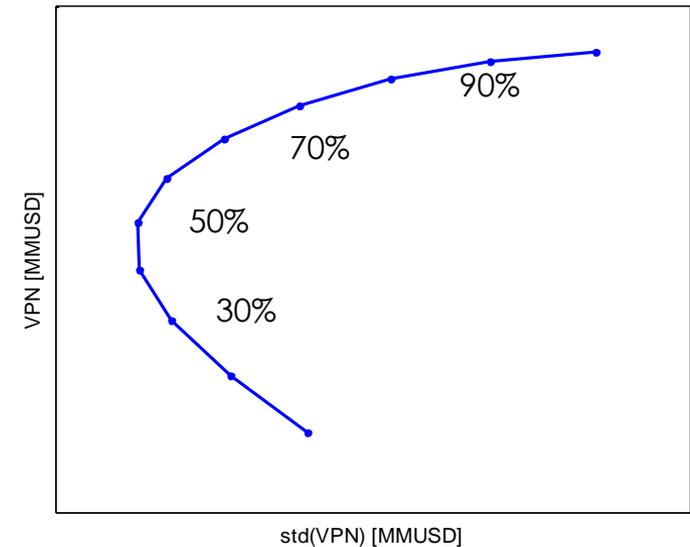
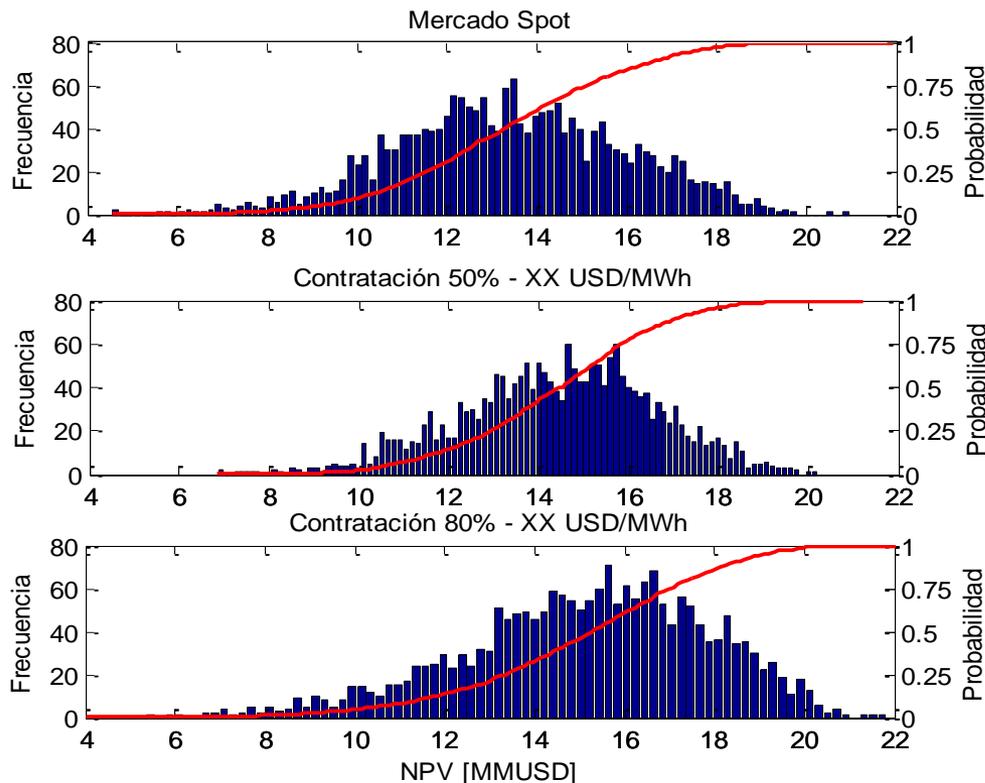
Gestión del riesgo

Nivel de contratación óptima



- Se debe escoger el nivel de contrato que maximice la utilidad de la empresa

$$\max_x U(\tilde{\pi}) = \max_{\tilde{\pi}} E[\tilde{\pi}] - \gamma \cdot Var[\tilde{\pi}]$$





- Cronograma genérico para el desarrollo de un proyecto



- En la etapa de factibilidad se debe establecer la firma de contratos para así poder obtener financiamiento (Project Finance).

Ejemplo: cronograma licitación suministro



Factibilidad
(1-3 años)

- Establecer contrato de suministro

- Cronograma proceso de licitación de suministro considerando desarrollo de nueva infraestructura:



- Particularidades como sitios predefinidos por parte de la autoridad y restricciones tecnológicas modifican el cronograma propuesto

Relación contrato - financiamiento



- Contratos buscan asegurar que el proyecto reciba ingresos suficientes para cubrir un porcentaje de los costos de operación y de las obligaciones de deuda
- Para desarrollos basados en Project Finance la firma de un contrato de suministro es esencial



- Definir esquema de venta y nivel de contratación.
- Diseñar **contrato bancable**
- Definir **precio eficiente** con **riesgo acotado**
- Análisis crediticio del proyecto
 - **Contrato como seguro**
- Aprobación del crédito
- Due diligence
- Firma de contrato de financiamiento
- Desembolsos
- Inicio de construcción
 - Obras civiles
 - Obras electromecánicas
 - Obras eléctricas
 - Pruebas de operación
 - Puesta en servicio

¿Cuándo no son exitosos los mecanismos de contratos de largo plazo de suministro?



- Riesgo país elevado o riesgo político elevado
- Riesgo de intervención regulatoria/estatal en el mercado
- Riesgo crediticio insuficiente del tomador de la energía o ausencia de garantías
- Mercado de oferta restringido en capacidad o existencia de barreras de entrada para nueva oferta
- Plazos de licitación inadecuados:
 - para estructurar oferta
 - para el inicio de suministro
- Mecanismos de indexación inadecuados

Algunas referencias



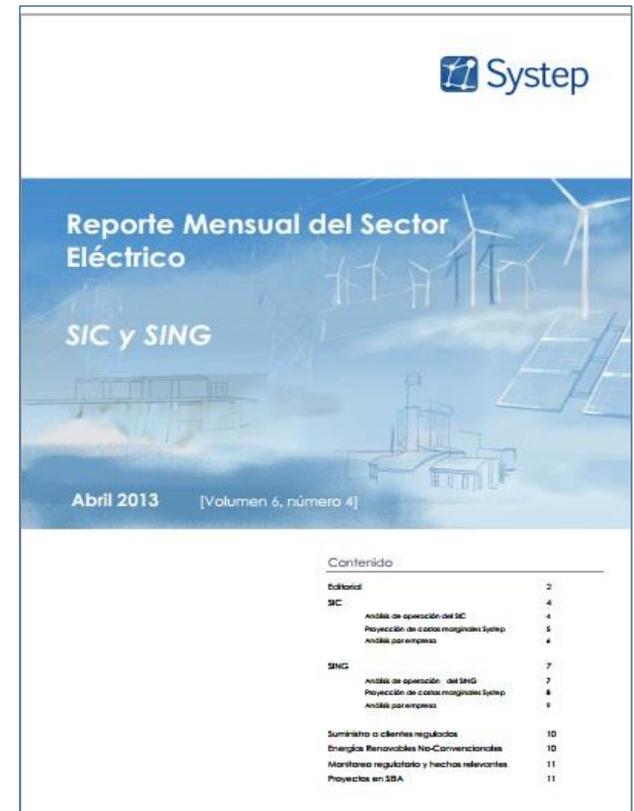
- Moreno, J. ; Moreno, R. ; Rudnick, H. ; Mocarquer, S. ; **“Licitaciones para el abastecimiento electrico de clientes regulados en Chile: Dificultades y oportunidades”** Centro de Estudios Publicos (CEP), Revistas de Politicas Publicas N° 125, Verano 2012
- Moreno, R., Barroso, L. Rudnick, H., Flach, B., Bezerra, B. Mocarquer, S., **Regulating Generation Investment in Latin America: Future Challenges**, IAEE's Energy Forum – Second Quarter Spring 2011, pp. 35-39.
- Moreno R., Barroso L. A., Rudnick H., Mocarquer S., Bezerra B., **Auction Approaches of Long-Term Contracts to Ensure Generation Investment in Electricity Markets: Lessons from the Brazilian and Chilean Experiences**, Energy Policy, Vol 38, N 10, October 2010, pp. 5758–5769
- Moreno, R., Bezerra, B., Barroso, L., Mocarquer, S., Rudnick, H., **Auctioning Adequacy in South America through Long-Term Contracts and Options: From Classic Pay-as-Bid to Multi-Item Dynamic Auctions**, IEEE Power Engineering Society 2009 General Meeting, Calgary, Canada, July 2009.
- Rudnick, H., Mocarquer, S., **"Contract auctions to assure supply adequacy in an uncertain energy environment"**, IEEE Power Engineering Society General Meeting, Montreal, Canada, June 18-22, 2006.



- Publicaciones sobre el sector energía
- Reporte mensual del sector eléctrico
- Estadísticas del sector

www.system.cl

Reporte System



Contratos de generación de electricidad



**FORO
ANUAL**

TARIFAS, COSTOS Y MATRIZ ENERGÉTICA
EN LA REPÚBLICA DOMINICANA Y LA REGIÓN