



Flexibilidad y mecanismos de suficiencia: Tendencias internacionales

Francisco Muñoz

Contenidos

- Principio básico de diseño de mercados eficientes
- Remuneración de flexibilidad
- Mecanismos de capacidad
- Comentarios finales

Principio básico de diseño de mercados eficientes

Principio básico de diseño de mercados eficientes

Señales de corto plazo

Señales de largo plazo



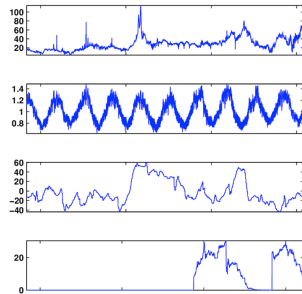
Mercados spot
Energía y SSCC

Mercados
forward

Mercados de
combustibles

Mecanismo de
potencia

Mercados de
PPAs



Señal de despacho eficiente

Respuesta de demanda

Volatilidad y arbitraje

Missing money

Preferencias de riesgo

Contratos forward

Contratos de combustibles

Remuneración por potencia

PPAs

Decisiones de inversión

Remuneración de flexibilidad

Remuneración de flexibilidad

Los puntos de partida: Estándar internacional

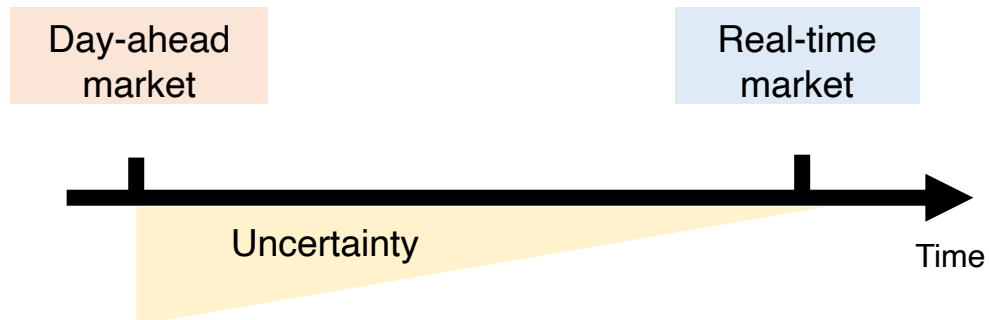
Aumentar resolución del cálculo de precios

Market	Settlement interval
California	5 min
PJM	5 min
MISO	5 min
Perú	30 min
Chile	1 hr

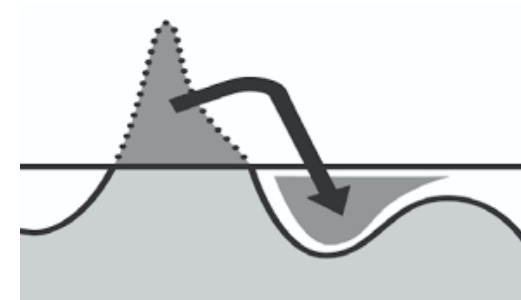
Precio = costo marginal real del sistema

- Cálculo de precios en base a software de optimización
- Considera todas las inflexibilidades del sistema
- Precios premian flexibilidad

Introducir mercados vinculantes

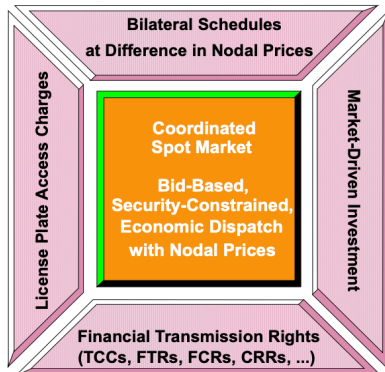


Participación de demanda



Remuneración de flexibilidad

Los puntos de partida: Estándar internacional



Standard
Market Design
(Hogan, 2018)

IRENA
International Renewable Energy Agency

ADAPTING MARKET DESIGN TO HIGH SHARES OF VARIABLE RENEWABLE ENERGY

Electricity Market Design and RE Deployment (RES-E-MARKETS)

September 2016

IEA-RETD
Renewable Energy
Technology Deployment

Contents lists available at ScienceDirect

Energy Policy

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/enpol>

Electricity market design for low-carbon and flexible systems: Room for improvement in Chile

Francisco D. Muñoz^{a,d,*}, Carlos Suazo-Martínez^b, Eduardo Pereira^b, Rodrigo Moreno^{c,d,e}

^a Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez, Santiago, Chile
^b SPEC Energy Consulting, Santiago, Chile
^c Department of Electrical Engineering, University of Chile, Santiago, Chile
^d Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería, Santiago, Chile
^e Imperial College, London, UK

ARTICLE INFO

Keywords:
Market design
Electricity
Flexibility
Decarbonization

ABSTRACT

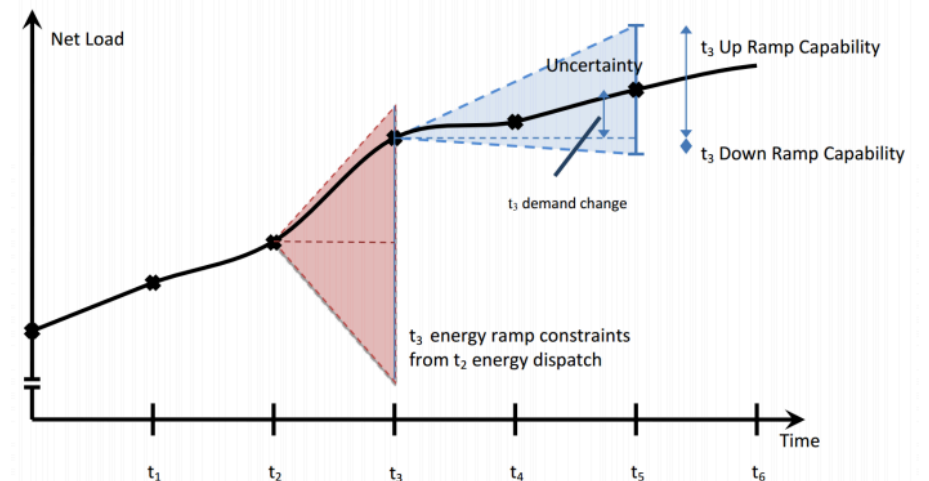
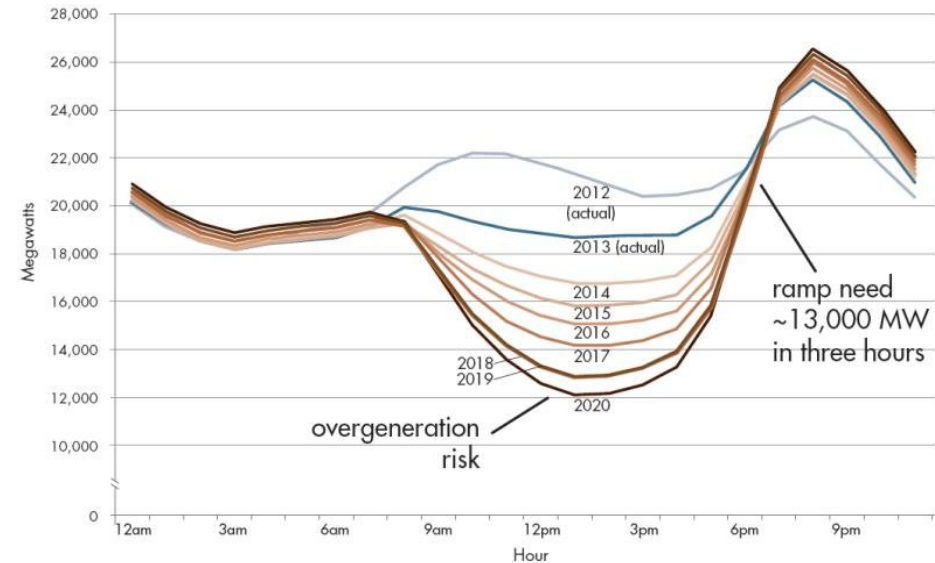
Chile was the first country that privatized all generation, transmission, and distribution services, and introduced competition in the generation segment. Nearly four decades after its creation, many features of the original electricity market design remain unchanged. In this paper, we provide a brief history of the Chilean electricity market and explain its main limitations going forward. Some of these include the use of a cost-based mechanism for spot transactions based on a merit-order curve, low temporal granularity of spot prices, missing forward markets to settle deviations from day-ahead commitments, inefficient pricing of greenhouse gas emissions due to administrative rules, and a capacity mechanism that does not reflect a clear resource adequacy target. Many of these limitations are also present in other electricity markets in Latin America that, when privatized, mirrored many features of the electricity market design in Chile. Failing to address these limitations will provide distorted incentives for the efficient entry and operation of resources that could impart flexibility to the system, increasing the cost of decarbonizing the power sector.

Más información en
<https://youtu.be/hYWpHrYKtIl>

Remuneración de flexibilidad

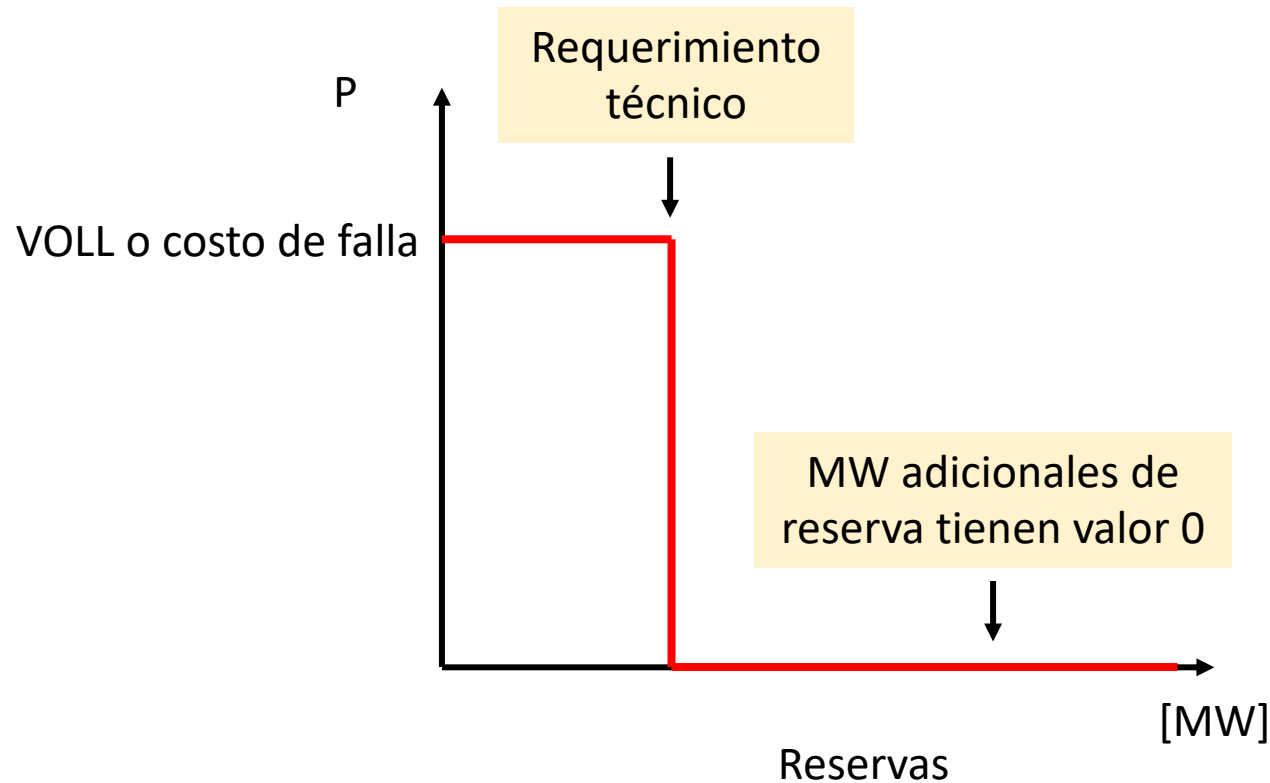
Productos de rampa: Flexiramp

- Nuevo SSCC usado en CAISO y MISO
- Garantiza suficiente capacidad de rampa de subida o bajada para distintos periodos
- Nueva fuente de ingreso en el corto plazo para recursos que prestan el servicio
- Premio por habilidad de ramping **bajo incertidumbre**
- Wang & Hobbs (2014) muestran que aumentan eficiencia del mercado
- **Problema: Implementación actual resulta en precios=0 un 99% del tiempo**



Remuneración de flexibilidad

Curva típica de demanda por reservas de SSCC (e.g. CSF y CTF)

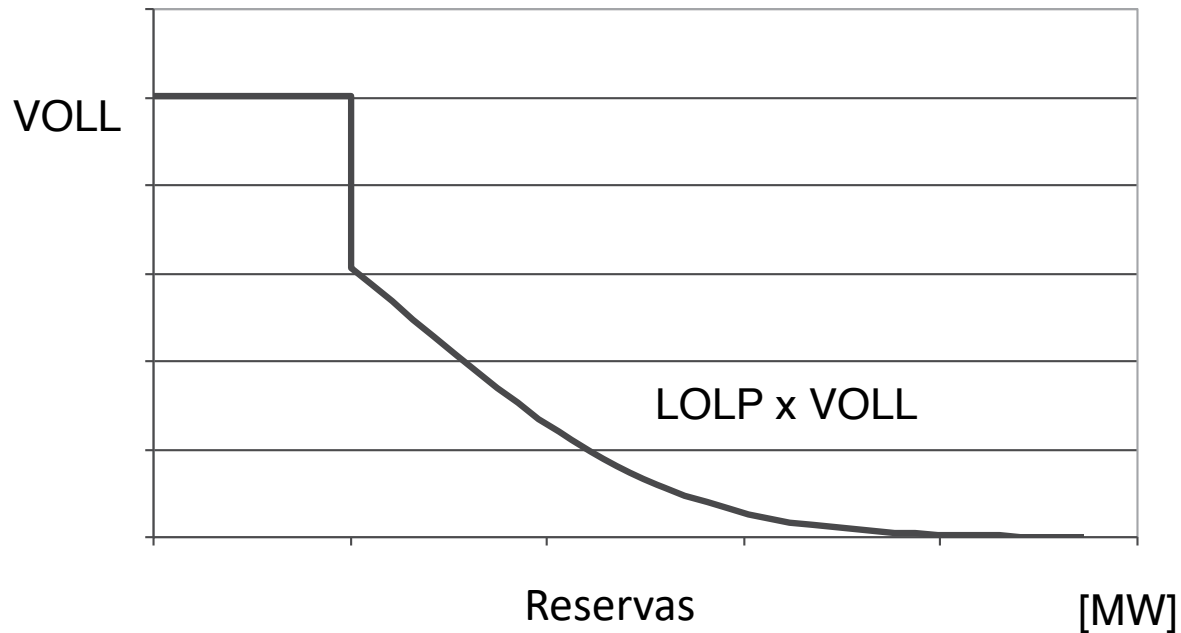


- LOLP no es cero
- Precios artificialmente bajos
- $P=0$ cuando hay muchas reservas
- E.g. PJM

Remuneración de flexibilidad

Operating Reserve Demand Curves (ORDC)

- Introducen elasticidad administrativa a través de SSCC
- Reflejan disponibilidad a pagar por un mayor nivel de confiabilidad



- Disponibilidad a pagar por evitar posibles cortes
- Evita colapso artificial de precios de reservas (incluyendo flexiramp!)
- Evita colapso artificial de precios de energía si se co-optimiza energía y SSCC

Remuneración de flexibilidad

Remuneración de flexibilidad en Bélgica con ORDCs

- 11 CCGTs que entregan flexibilidad al sistema no logran cubrir costos de largo plazo (5.6 €/MWh)
- Retiro de nucleares + penetración de generación solar y eólica

	Profit (€/MWh), no adder	Profit (€/MWh), with adder	Adder benefit (€/MWh)
CCGT1	3.0	9.2	7.3
CCGT2	0.7	2.9	11.4
CCGT3	0.5	8.4	6.6
CCGT4	3.1	9.8	8.9
CCGT5	0.3	4.6	5.6
CCGT6	3.2	7.1	5.8
CCGT7	0.4	2.4	5.8
CCGT8	0.5	6.6	6.3
CCGT9	1.7	9.5	8.3
CCGT10	1.0	6.1	14.3
CCGT11	1.0	3.4	7.2

Ingresos adicionales dependen de disponibilidad y flexibilidad de las unidades

Difícil de replicar con mecanismo de capacidad

Remuneración de flexibilidad

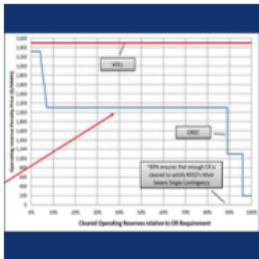


CAISO Adds Scarcity Pricing to Policy 'Roadmap'

October 12, 2020



- *We need a sloped operating reserve demand curve [ORDC] so we don't see that price drop-off, so those are the essential elements of the proposal (Andy Ott, former CEO)*



MISO Revisits Scarcity Pricing Rethink

MISO is once again evaluating the effectiveness of the rules behind its scarcity pricing just three years after shelving a similar effort. | MISO



Se aplicarán curvas de demanda de reservas de tal forma que el costo de producción considerado en el problema de optimización incluirá un costo de penalidad por operar con un nivel de reservas cerca al mínimo requerido, el cual se incrementa en la medida que ese margen se reduzca.

Remuneración de flexibilidad



European
Commission

REGULATION (EU) 2019/943 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL

*(24) Short-term markets improve liquidity and competition by enabling more resources to participate fully in the market, **especially those resources that are more flexible**. **Effective scarcity pricing** will encourage market participants to react to market signals and to be available when the market most needs them and ensures that they can recover their costs in the wholesale market.*

25. CHAPTER IV RESOURCE ADEQUACY

When addressing resource adequacy concerns, the Member States shall in particular take into account the principles set out in Article 3 and shall consider:

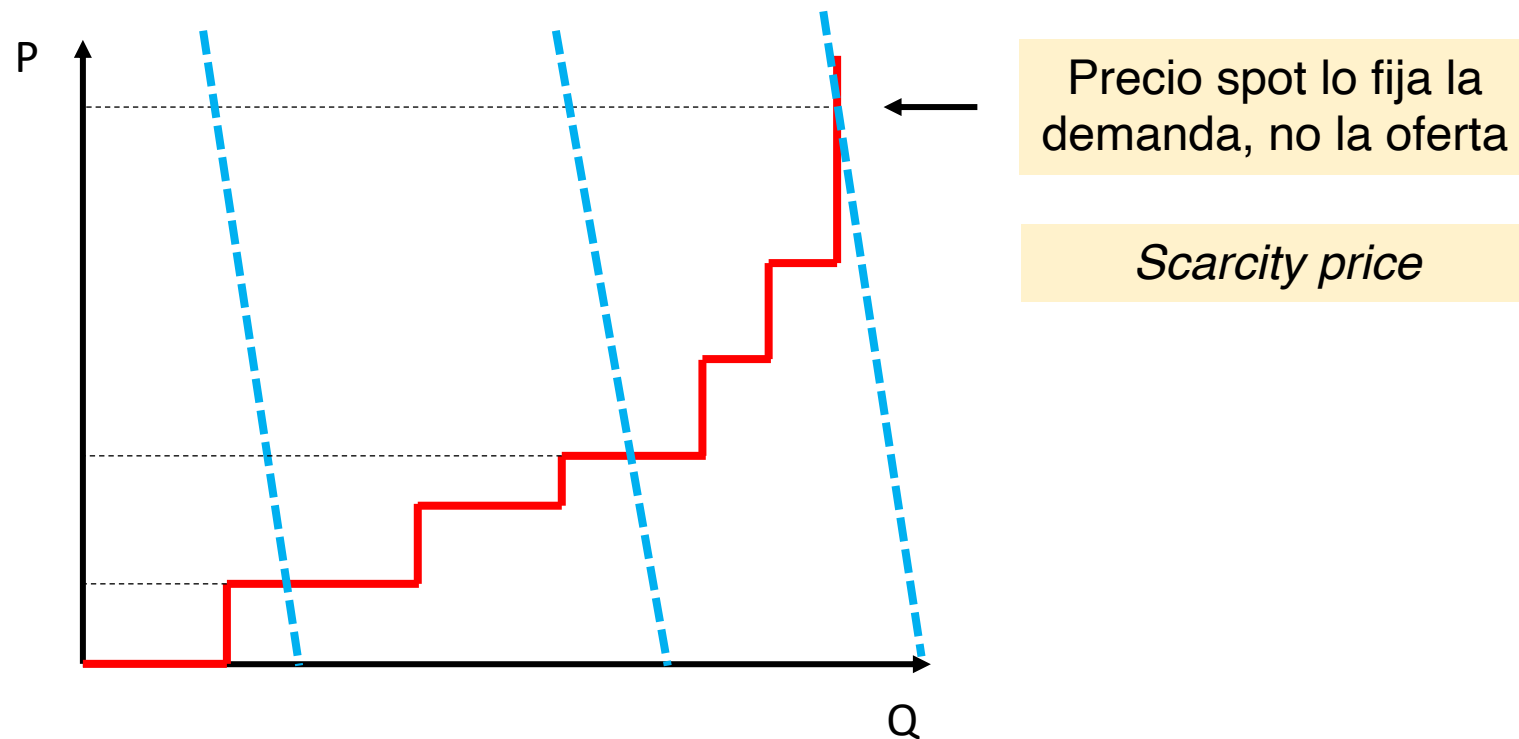
*(c) **introducing a shortage pricing function for balancing energy** as referred to in Article 44(3) of Regulation (EU) 2017/2195;*

Mecanismos de suficiencia

Mecanismos de suficiencia

Fundamentos económicos del spot pricing o marginalismo

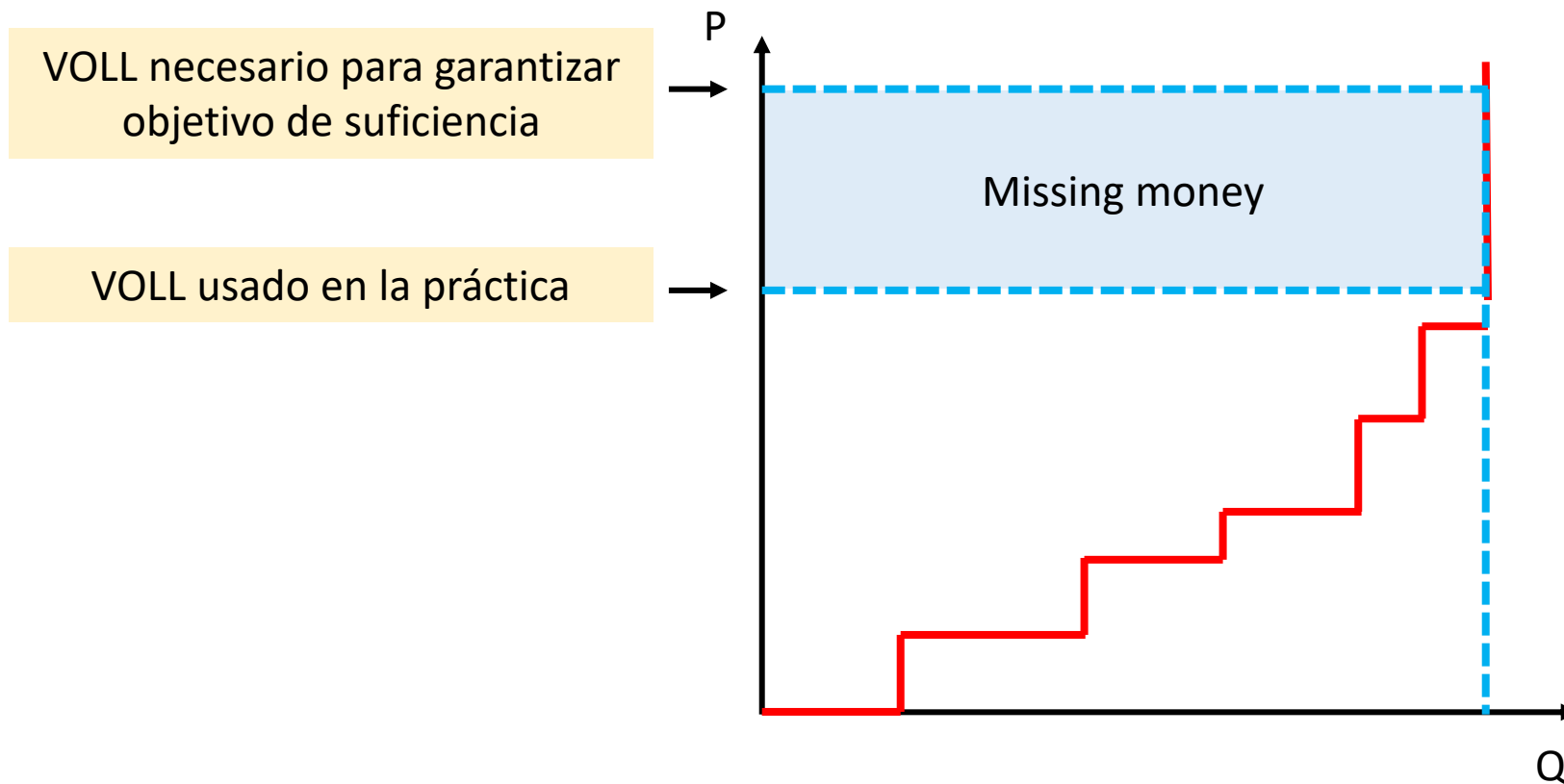
Con demanda elástica, todos los precios quedan bien definidos



Mecanismos de suficiencia

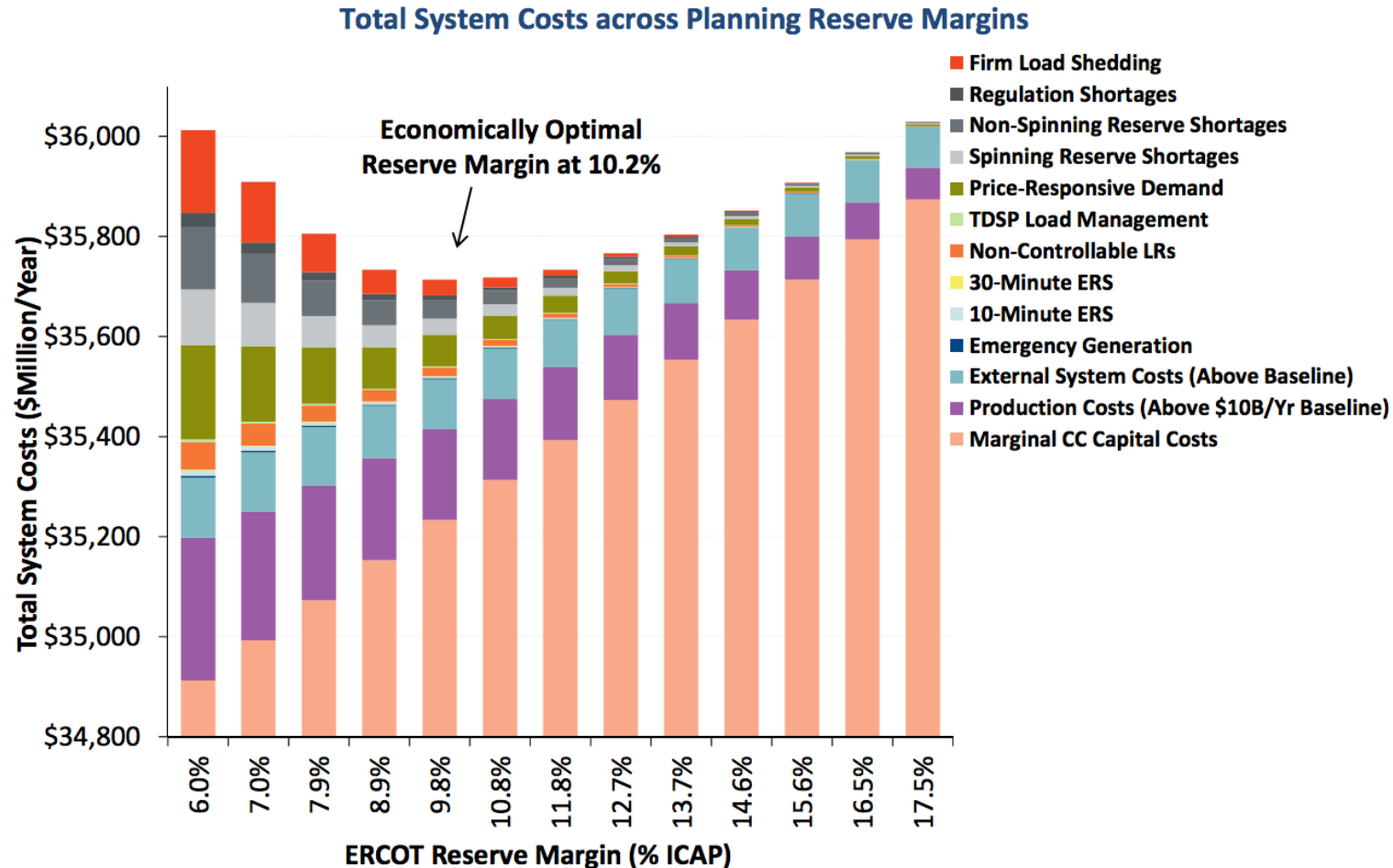
Origen del missing money

- Demanda se considera como recurso totalmente inelástico
- VOLL o costo de falla y precios techo muy bajos



Mecanismos de suficiencia

Texas: ¿Qué nivel de suficiencia incentiva un VOLL de 9000 \$/MWh?

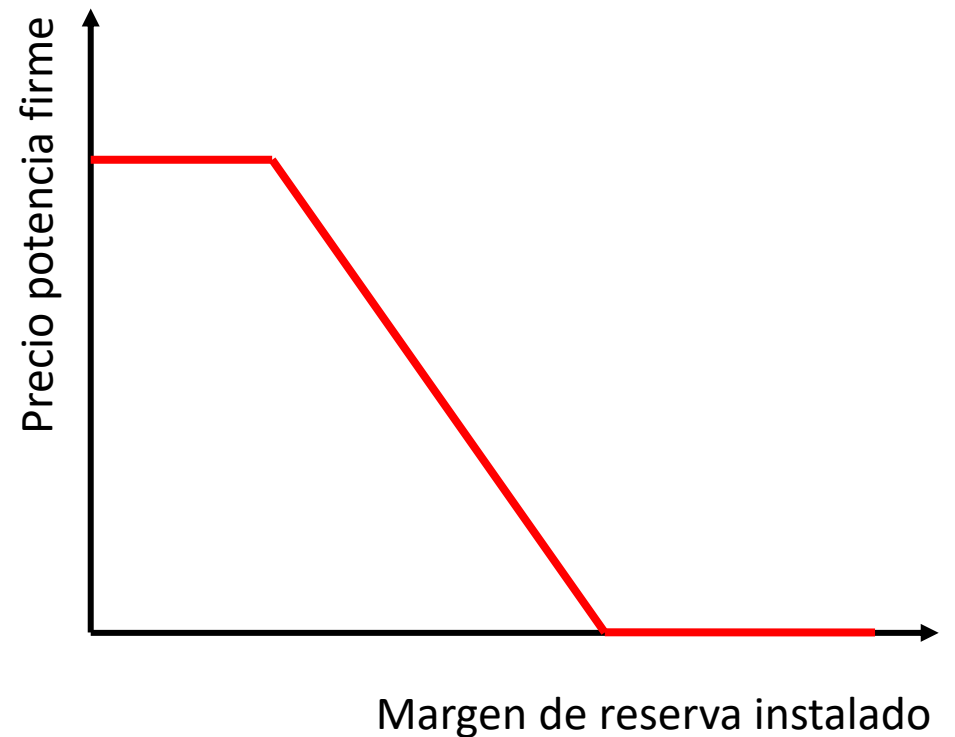


Fuente: The Brattle Group (2014)

Mecanismos de suficiencia

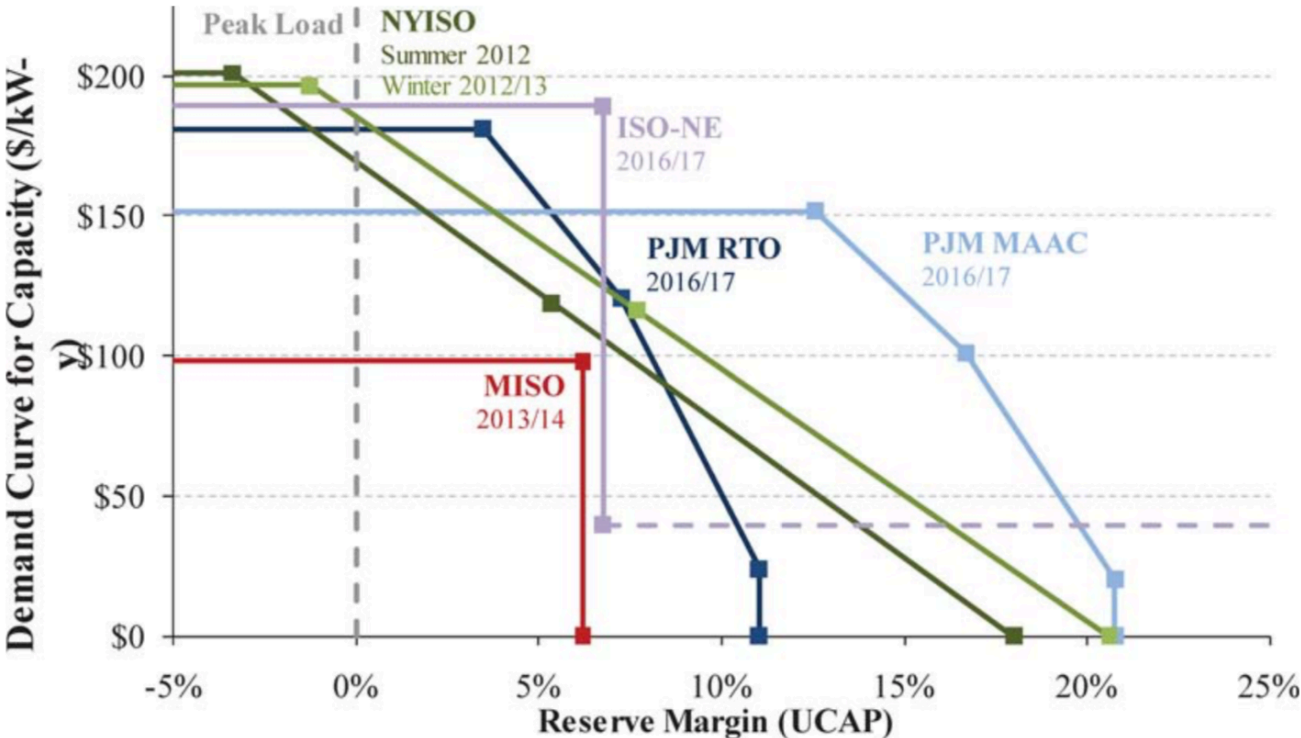
Elementos básicos de un mecanismo de capacidad

1. Objetivo de suficiencia
 - E.g., LOLP o Expected Unserved Energy
2. Máxima disponibilidad a pagar por potencia firme
 - Costo neto de nueva entrada (turbina de referencia)
3. Definición de potencia firme
 - Coincidencia con demanda de punta o ELCC
4. Mecanismo de despeje de precio
 - Subasta forward o fórmula de pago ex post (Chile)



Mecanismos de suficiencia

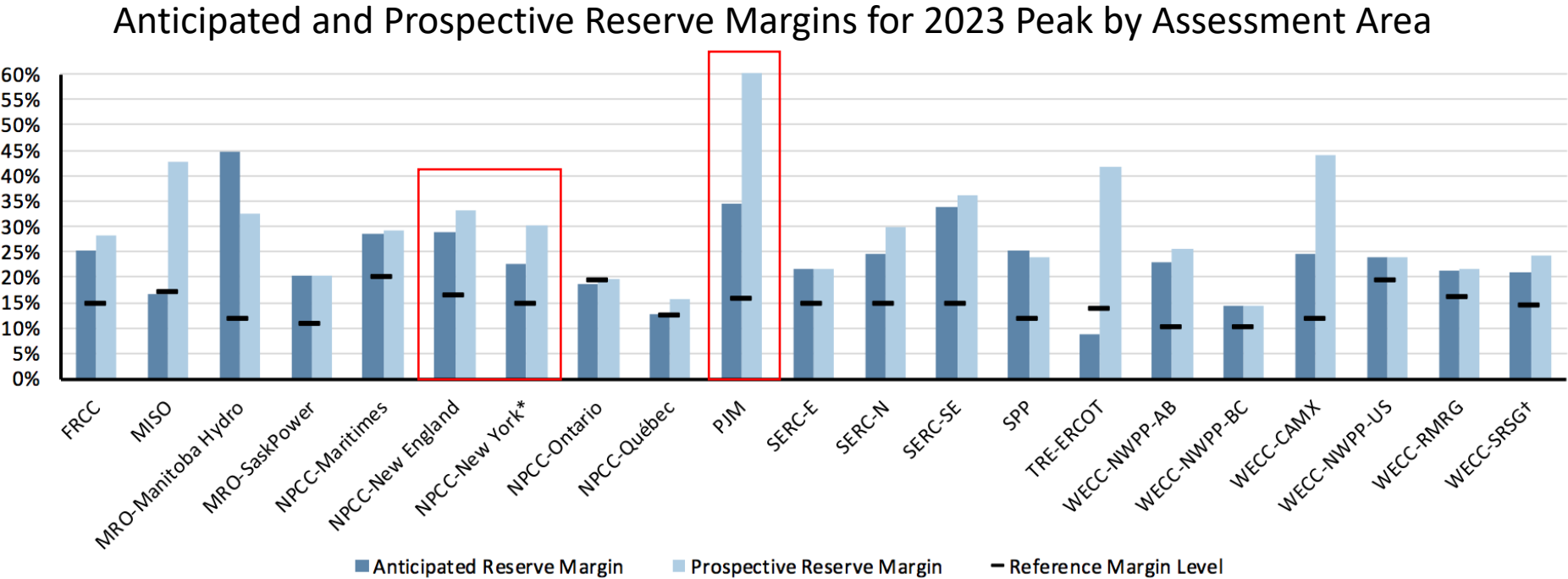
Curvas de demanda por potencia firme en USA



Fuente: Spees et al. (2013)

Mecanismos de suficiencia

¿Qué consiguen los mecanismos de potencia?

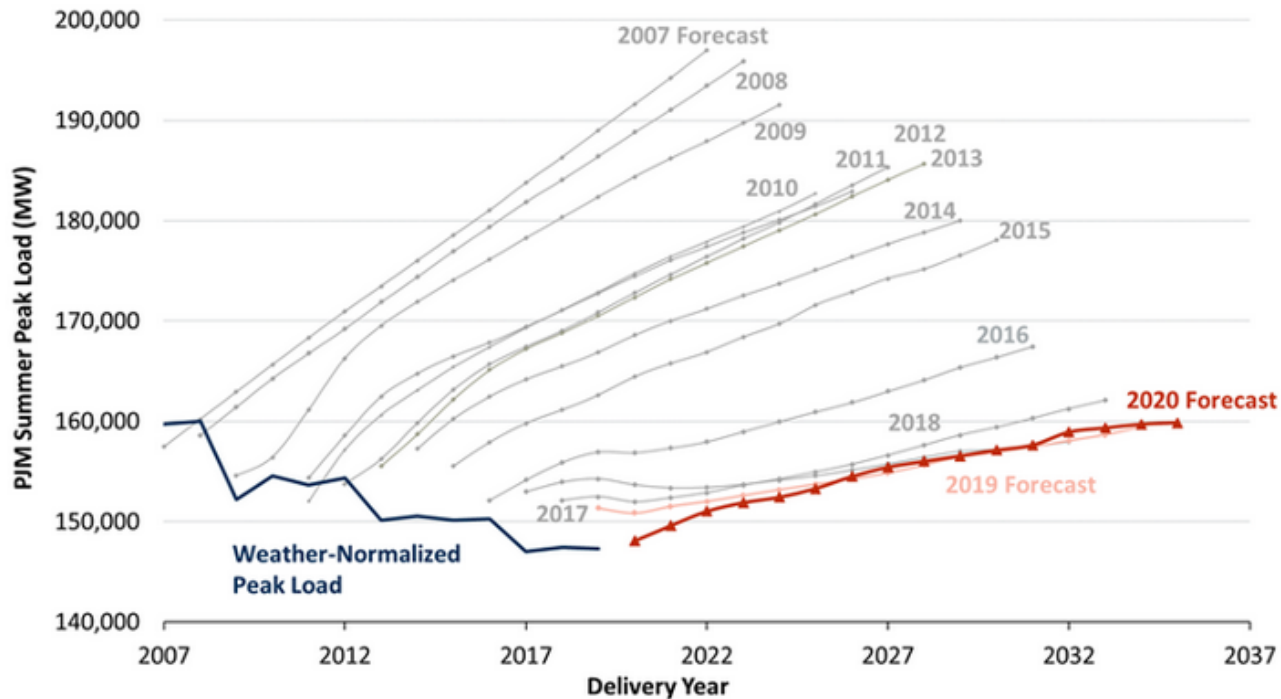


Source: 2018 Long-term reliability assessment, NERC

Mecanismos de suficiencia

¿Por qué tanta potencia firme en mercados de capacidad en USA?

14 años de pronósticos de demanda de punta en PJM



Source: The Brattle Group

¿Beneficio > Costo?



“...regions with *capacity markets* spent over \$51 billion from 2013 through 2016...”

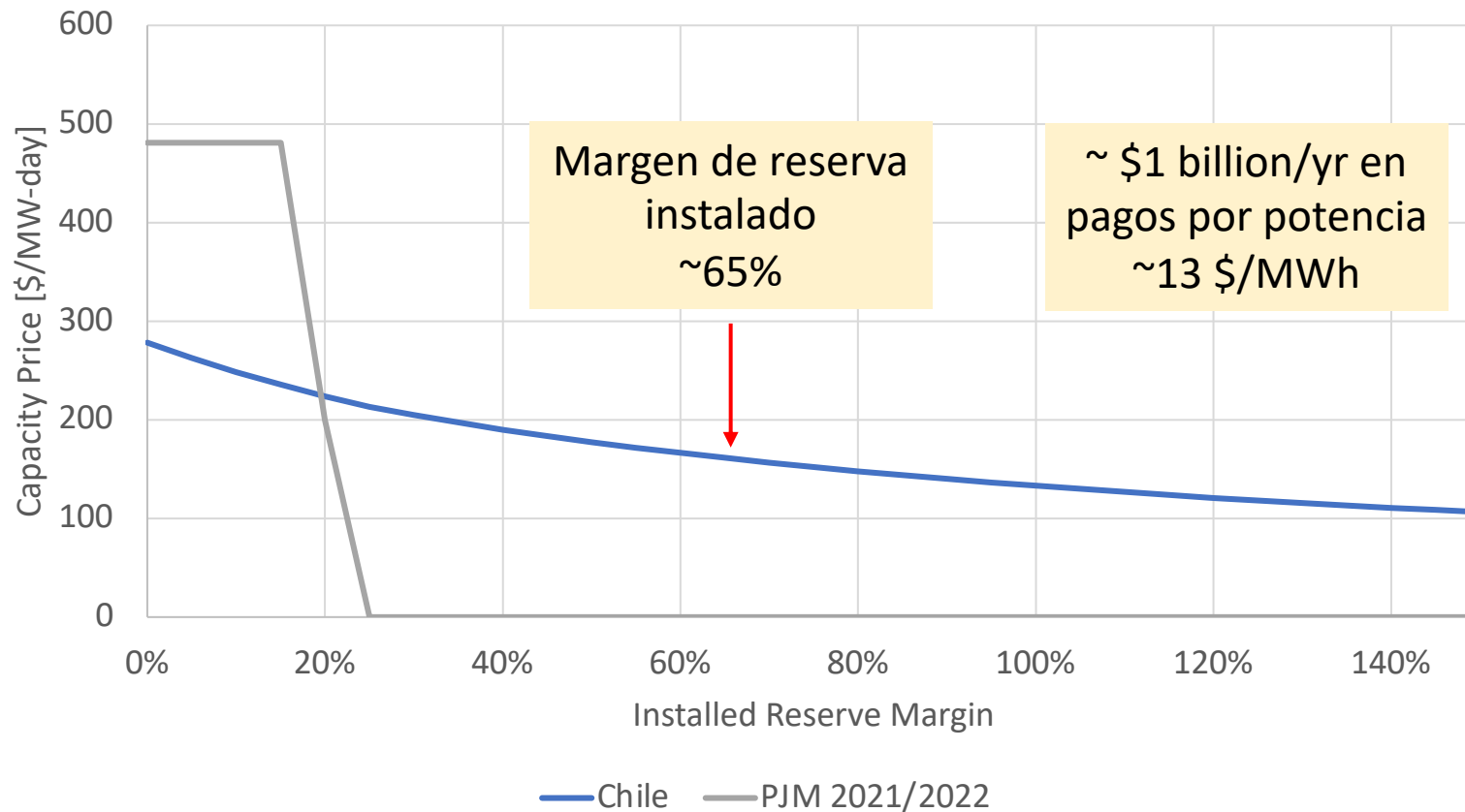
“...FERC has not fully assessed the overall performance of capacity markets.”

“By more fully assessing performance (FERC) may help *ensure customers do not pay more than necessary for resource adequacy.*”

Mecanismos de suficiencia

El problema de no tener un objetivo de suficiencia en Chile

Curvas de demanda por potencia firma en PJM y en Chile

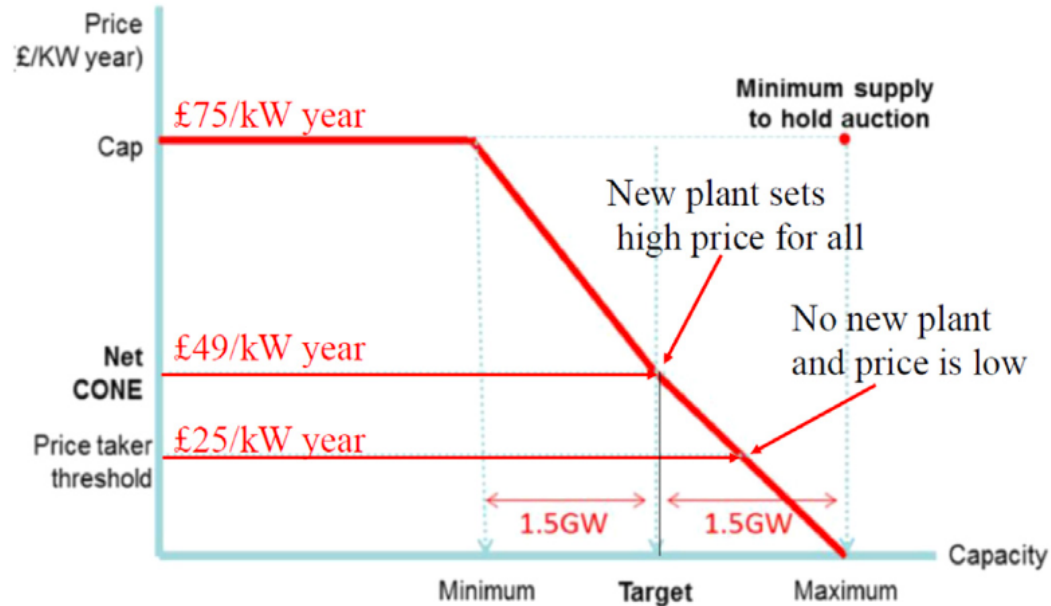


¿Beneficio > Costo?

Mecanismos de suficiencia

Ventaja de usar una subasta forward en vez de una fórmula de pago ex post

Curva de demanda por potencia firme en UK (2014)



Newbery (2016)

Estimación administrativa del missing money

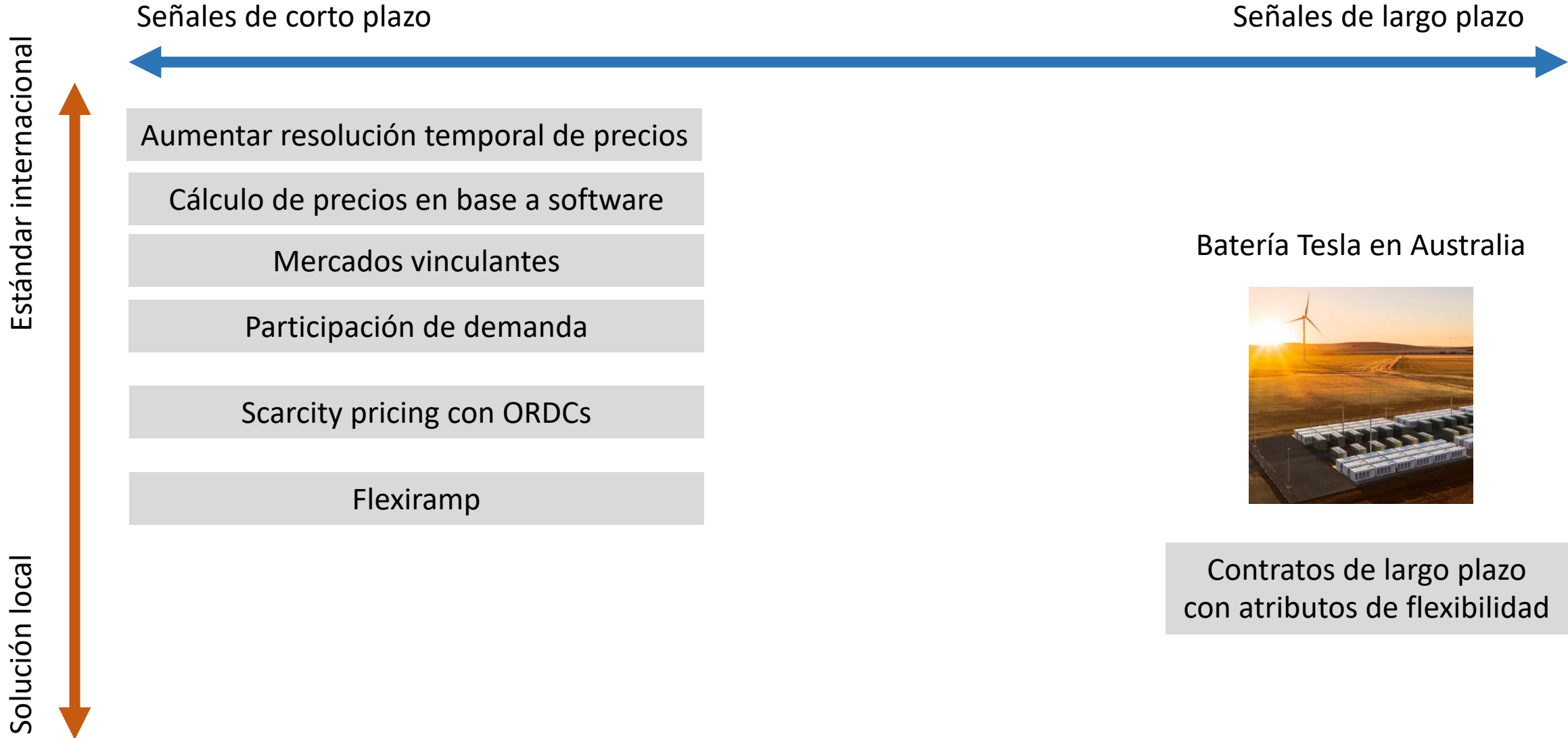
- National Grid estimó que costo neto de nuevas inversiones ~49 £/KW-yr
- Costo (neto) de unidad de referencia de punta CCGT

Resultado de la subasta

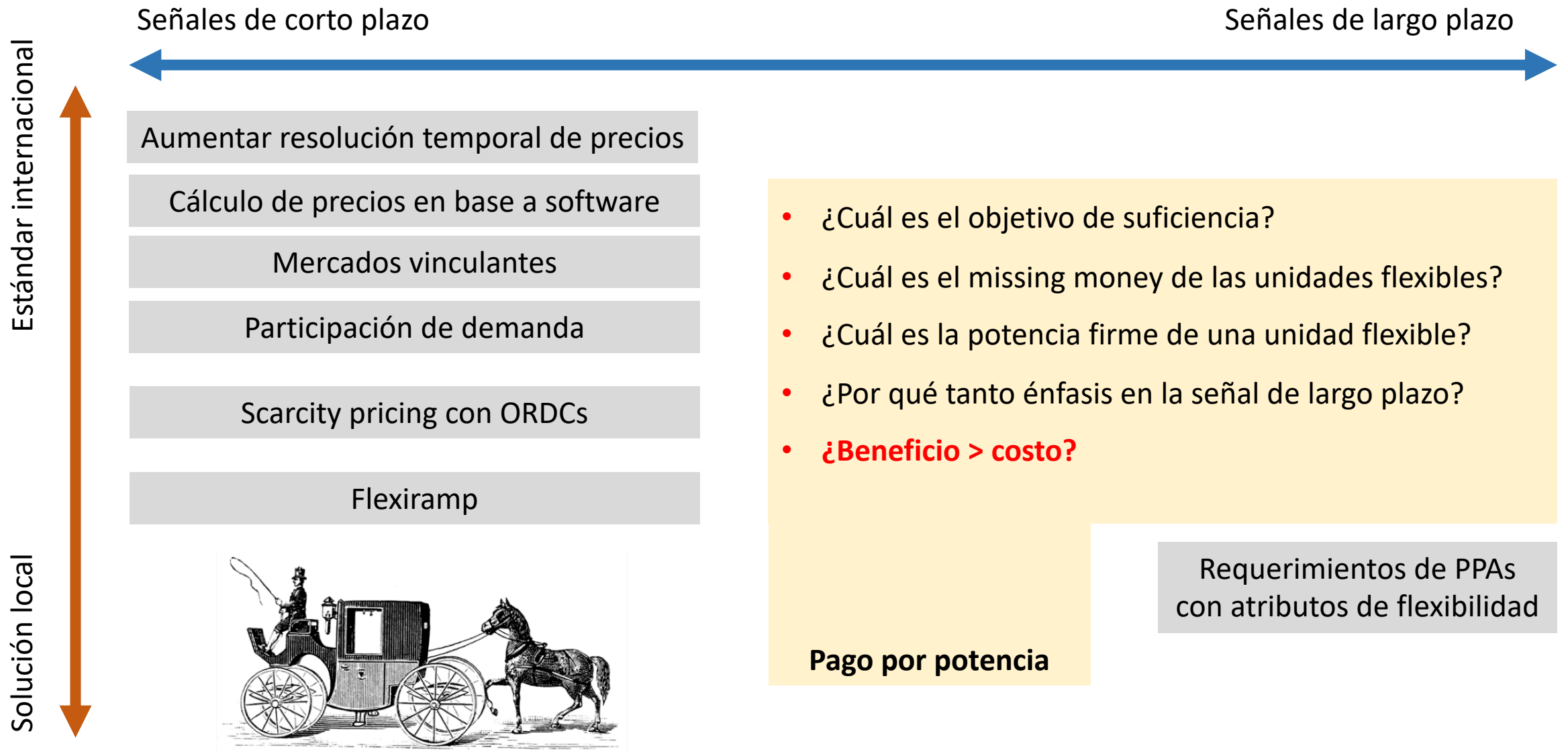
- $P = 19$ £/KW-yr
- 60% potencia de 2 nuevas CCGTs
- 28% potencia de 1 nueva OCGT
- 6% potencia de Respuesta de Demanda

Comentarios finales

Comentarios finales



Comentarios finales



Referencias

- Barroso, L., Muñoz, F. D., Bezerra, B., Rudnick, B., and Cunha, G. (2021). Electricity market design for zero-marginal cost systems: What have we learned from markets of hydro systems in Latin America? *IEEE Power and Energy Magazine*, accepted for publication.
- Hogan, W. W. (2013). Electricity scarcity pricing through operating reserves. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 2(2), 65-86.
- Munoz, F. D., Wogrin, S., Oren, S. S., & Hobbs, B. F. (2018). Economic Inefficiencies of Cost-based Electricity Market Designs. *The Energy Journal*, 39(3), 51-68.
- Muñoz, F. D., Suazo-Martínez, C., Pereira, E., & Moreno, R. (2020). Electricity market design for low-carbon and flexible systems: Room for improvement in Chile. *Energy Policy*, 148, Part B, 111997.
- Newbery, D. (2016). Missing money and missing markets: Reliability, capacity auctions and interconnectors. *Energy Policy*, 94, 401-410.
- Papavasiliou, A., & Smeers, Y. (2017). Remuneration of flexibility under conditions of scarcity: A case study of Belgium. *The Energy Journal*, 38, 105.
- Spees, K., Newell, S. A., & Pfeifenberger, J. P. (2013). Capacity markets—Lessons learned from the first decade. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 2(2), 1-26.
- Wang, B., & Hobbs, B. F. (2015). Real-time markets for flexiramp: A stochastic unit commitment-based analysis. *IEEE Transactions on Power Systems*, 31(2), 846-860.