

Formación eficiente de precios de energía

Gabriel Cunha

Noviembre 2024





Temario

- 01 El contexto**
- 02 El contraste “por costo” y “por oferta”**
- 03 La hibridización**
- 04 El futuro de la formación de precios**
- 05 Conclusión**



01 El contexto



América Latina hoy



Colombia y el **MER** tienen mercados eléctricos basados en **ofertas** – principios de “descentralización”

Los otros países tienen una representación “por costos”

- Hipótesis que el operador tiene la información necesaria para construir curvas de oferta



América Latina es pionera en mercados



Años 90: "Primera ola" Mercados mayoristas

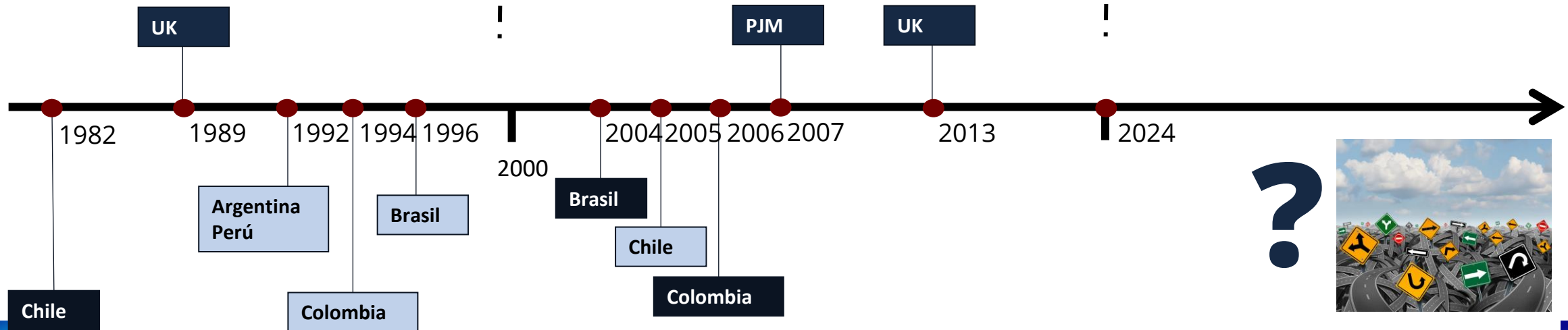
- Separación G/T/D
- Precios spot y mercado mayorista

Años 2000: "Segunda ola" Mercados de confiabilidad

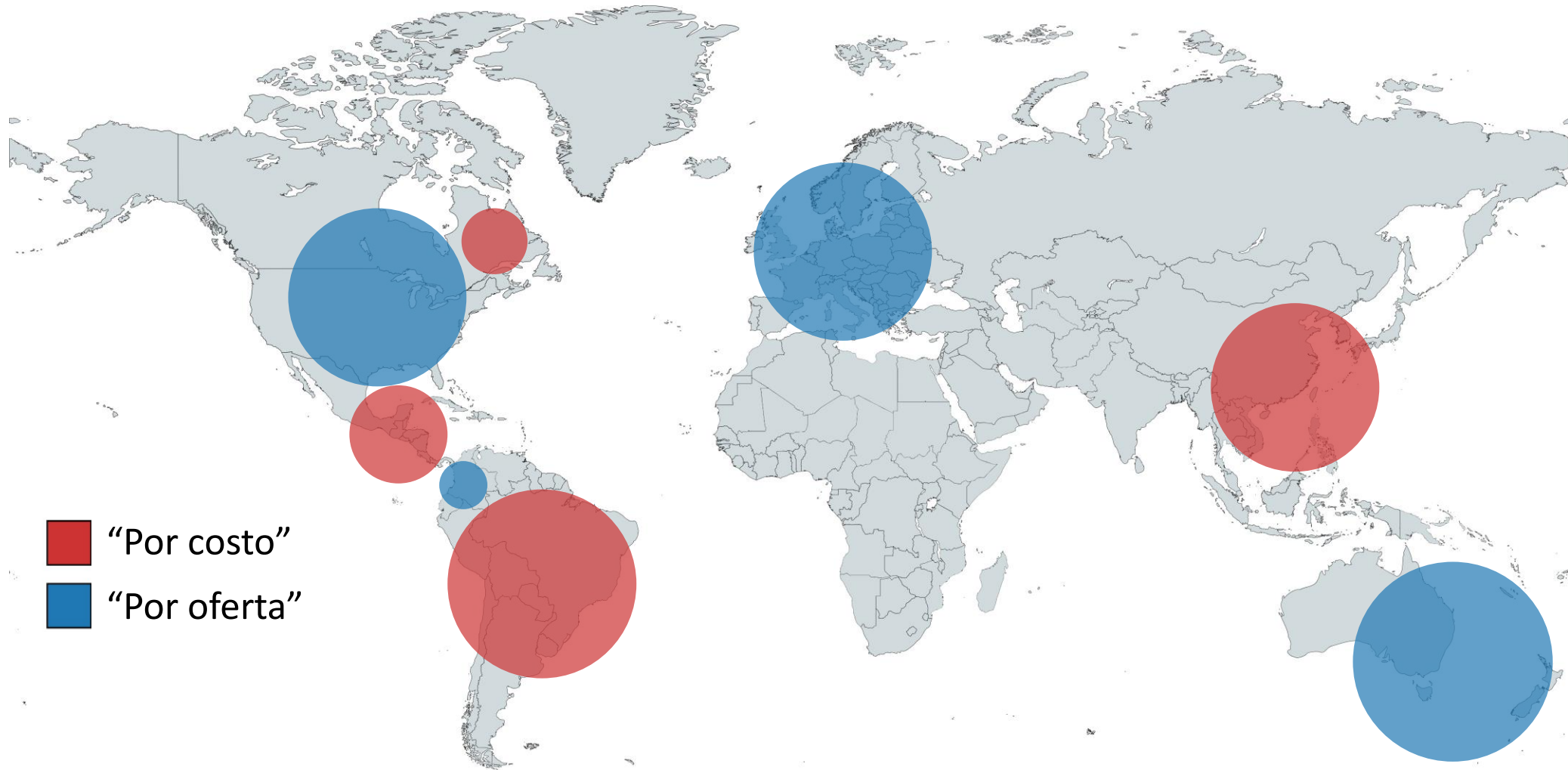
- Mercados de contratos
- Productos capacidad/
confiabilidad

Años 2020: "Tercera ola"? Transición energética

- Descarbonización,
descentralización, digitalización
- DSO, REDs, prosumidores



Mercados “por costo” y “por oferta”



■ “Por costo”
■ “Por oferta”

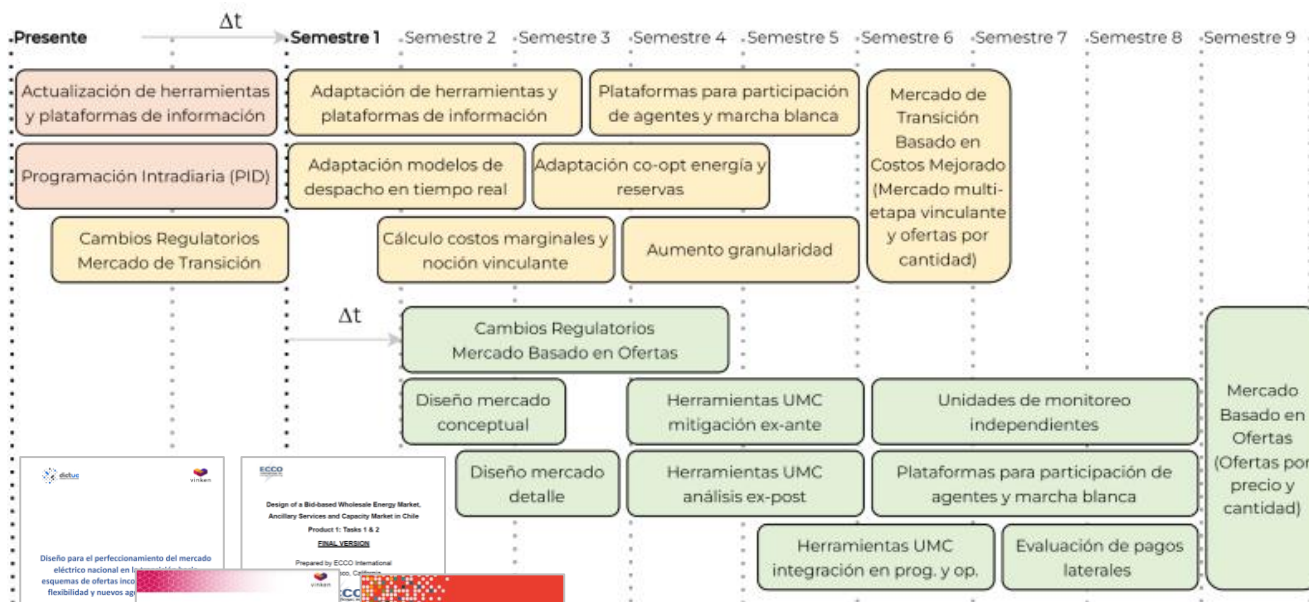
Created with mapchat.net

La discusión actual en Chile



La discusión sobre la posibilidad de reforma se intensificó rápidamente a partir de 2021

Propuesta de “mercado de ofertas en energía, servicios complementarios y capacidad”



- Dic
2021
- Jun
2024
- Jun
2024
- Oct
2024

Primer informe

“Perfeccionamiento del mercado”, Preparado por Vinken-Dictuc a la Comisión Nacional de Energía

Segundo informe

“Diseño de detalle”, preparado por Vinken-Dictuc a la Comisión Nacional de Energía

Tercer informe

“Diseño de un mercado mayorista”, preparado por ECCO al Coordinador Eléctrico Nacional

Hoja de ruta

“Reformas regulatorias estructurales” incorporadas a la “hoja de ruta para una transición energética acelerada”

La discusión actual en Brasil



Propuesta antigua (reservorios virtuales), retomada con más fuerza el año pasado

Estudio en andamio (finalización noviembre 2025), con participación de todas las instituciones (CCEE, MME, ONS, ANEEL, EPE)

COMITÊ DE REVITALIZAÇÃO DO MODELO DO SETOR ELÉTRICO
Relatório de Progresso nº 2
Documento de Apoio F
Formação de Preço por Oferta
Janeiro 2002

P&D Formação de Preço por Oferta

Propostas de metodologias para a formação de preços por oferta no Brasil

ccee

PSR

Home Contexto Eventos Produtos Software Fale Conosco

META II FORMAÇÃO DE PREÇO
Estudo sobre a formação de preço de energia elétrica de curto prazo: uma análise do mercado brasileiro
SAIBA MAIS

GT Modernização do Setor Elétrico
Portaria nº 187/2019

Relatório do Grupo Temático
Mecanismos de Formação de Preço

Eventos Produtos Software Contato

2002-2008

Comisión de revitalización

Primera vez en que se discutió la posibilidad de un mercado por ofertas (racionamiento 2001)

2017-2021

Discusiones de modernización

Iniciada con la Consulta Pública #33 (2017), después Grupos de Trabajo

2021-2022

I+D precios por oferta

Proyecto de iniciativa privada, con instituciones como observadoras

2023-2025

Meta II Formación de precio

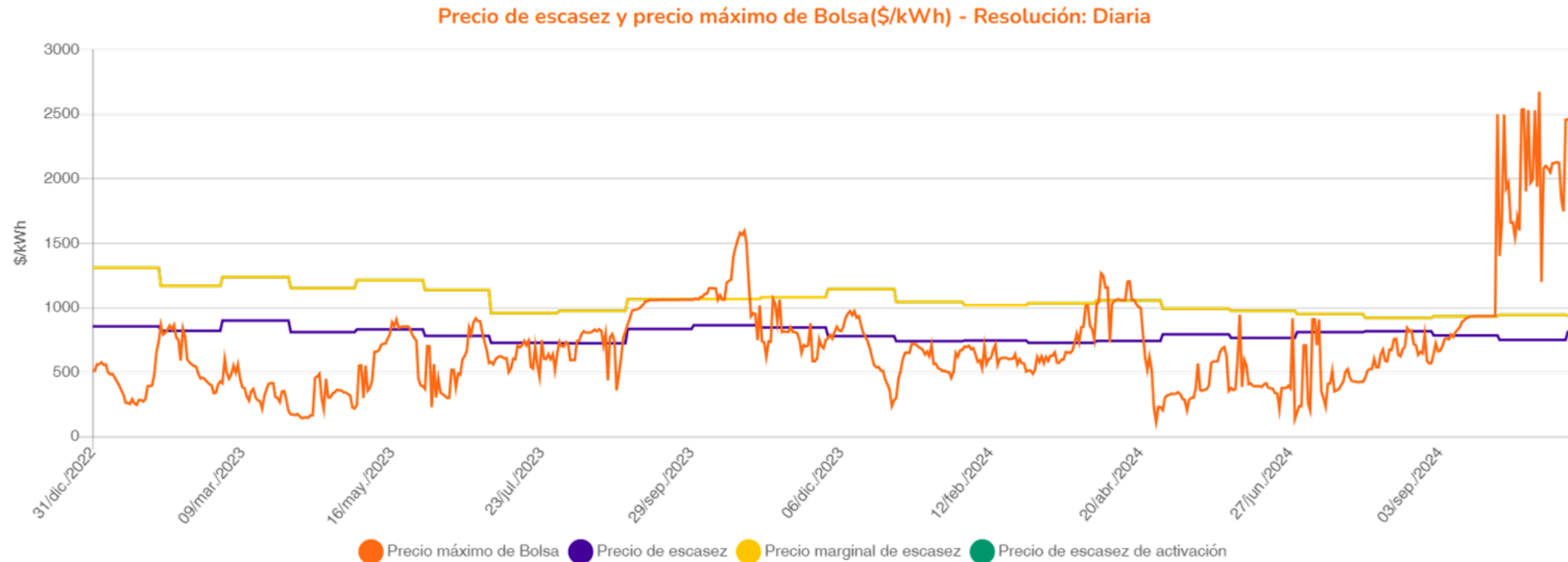
Iniciativa del operador del mercado (CCEE), evaluando precio por costo VS por oferta

Aplicable a Colombia?



Mientras que Chile y Brasil están con **precios bajos** y discutiendo el **precio por oferta**, Colombia está con **precios altos** y discutiendo el **precio por costo** (?)

Argumentamos que este abordaje es **simplista** – importante **extraer lo que hay de valioso** de la estrategia de diseño históricamente utilizada en Colombia

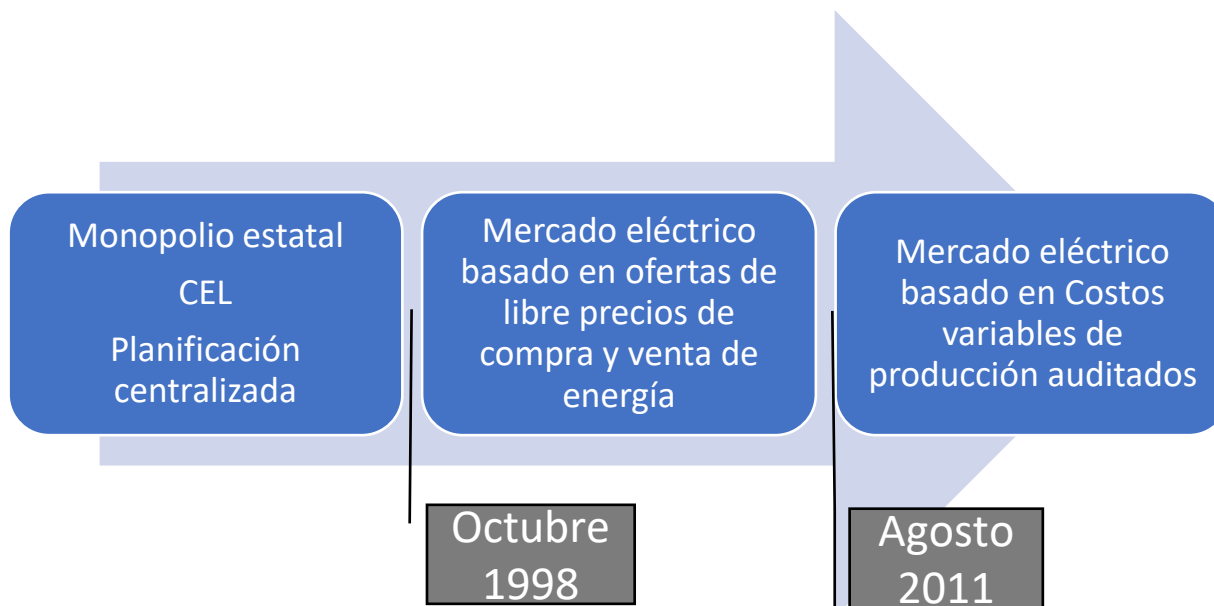


Atención a las trampas: El Salvador



El Salvador ha implementado un **mercado por ofertas** entre 1998 y 2011, antes de hacer una transición a un mercado **por costos**

Si no hay **condiciones mínimas** para la instalación de un mercado por ofertas, el resultado puede ser contraproducente



Diagnostico del fracaso en El Salvador

- **Limitaciones del diseño de mercado:** despacho no consideraba restricciones de *unit commitment* ni servicios complementarios
- **Falta de supervisión:** sin monitoreo sistemático de poder de mercado hasta 2007, sin monitoreo de la seguridad
- **Falta de herramientas/entrenamiento:** agentes no acostumbrados con la dinámica; no se llegó a una buena coordinación hidrotérmica
- **Impacto financiero en el generador estatal:** acciones para intentar mitigar el poder de mercado de los otros agentes



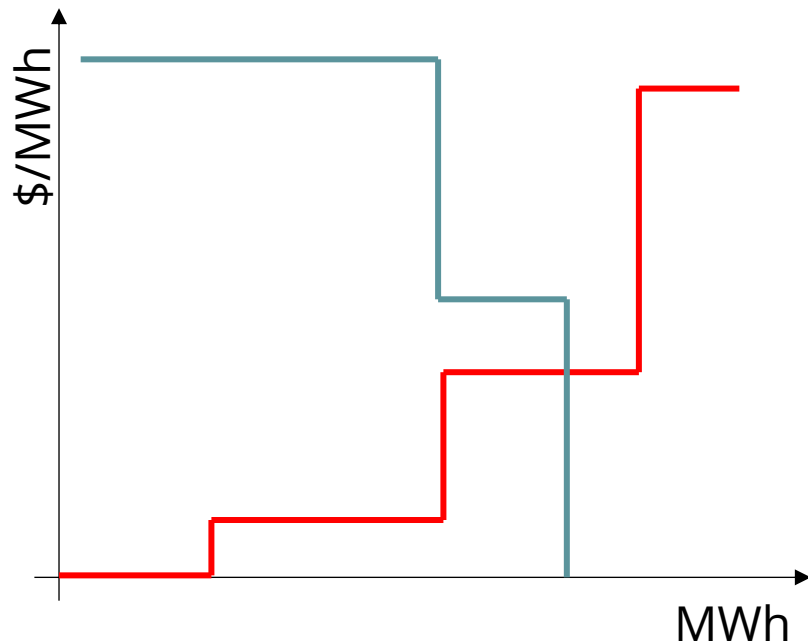
02 El contraste



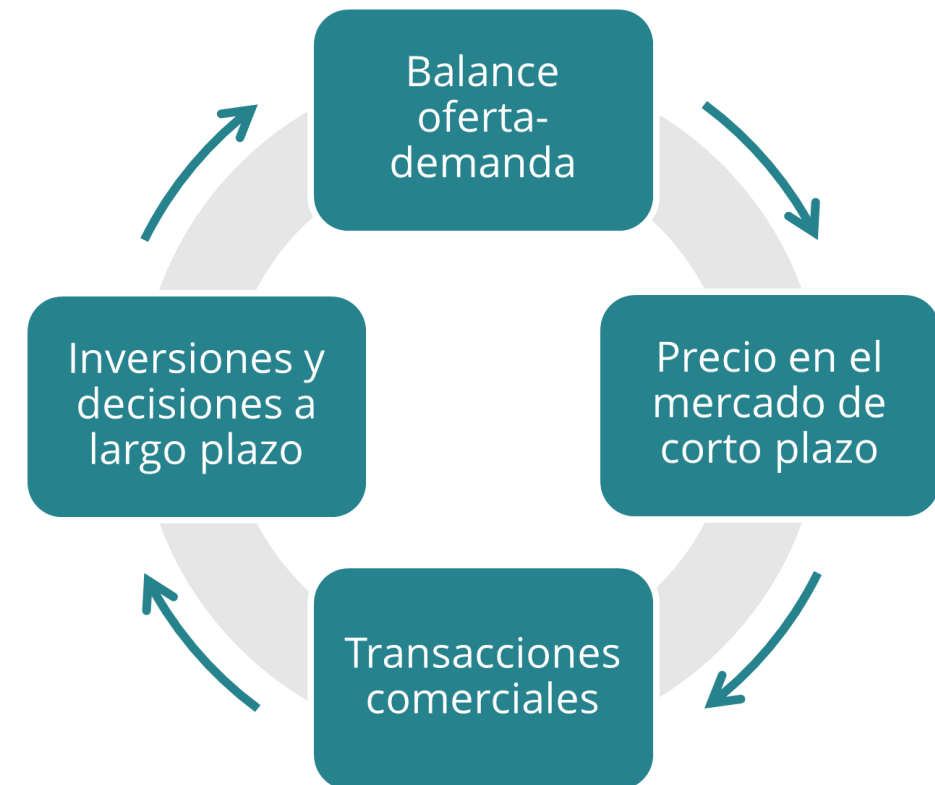
Fundamento clave del mercado



- El **precio de equilibrio** representa la señal eficiente para la electricidad en el **corto plazo** – y sirve de guía para las inversiones y expansión de **largo plazo**
- Intuitivamente, **cruce** entre curvas de oferta y demanda – más correctamente, **variable dual** de un problema de optimización (**cierre de mercado**)



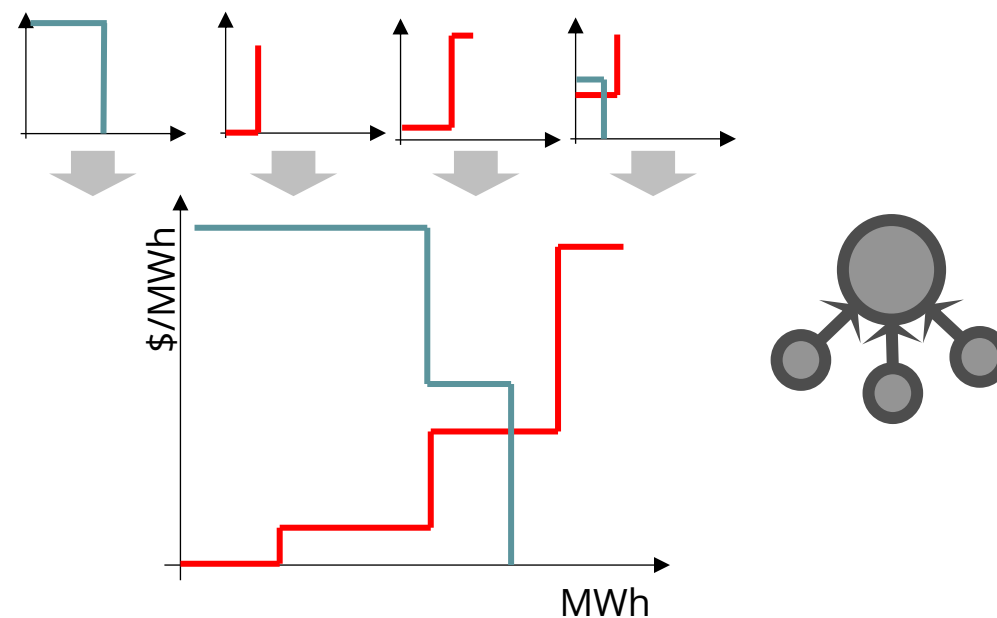
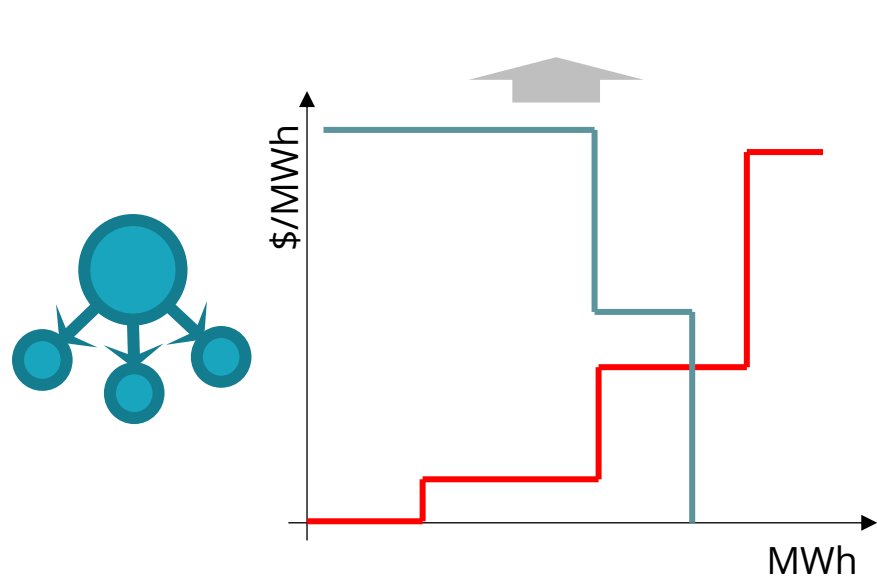
$$\min_q \sum_{j \in J} C_j^Q(q_j)$$
$$\sum_{j \in J} q_j = 0 \quad : \pi$$
$$q_j \in Q_j \quad \forall j \in J$$



Muchas similitudes...



- La grande diferencia entre los modelos **por costo** y **por oferta** es la **fuerza de la información**: el propio operador VS los datos sometidos por los agentes
- Algunas informaciones (como elementos como la red eléctrica) naturalmente **centralizados** en el problema de cierre de mercado



...Pero también diferencias



Las dos representaciones implican **supuestos subyacentes** (y por lo tanto ventajas y desventajas)

El modelo “por costo” **no está totalmente protegido** del riesgo de poder de mercado (indisponibilidad)



Fallas de **gobierno** del modelo centralizado

Información imperfecta

Captura por intereses privados

Manejo de la información y gobernanza

Fallas de **mercado** del modelo descentralizado

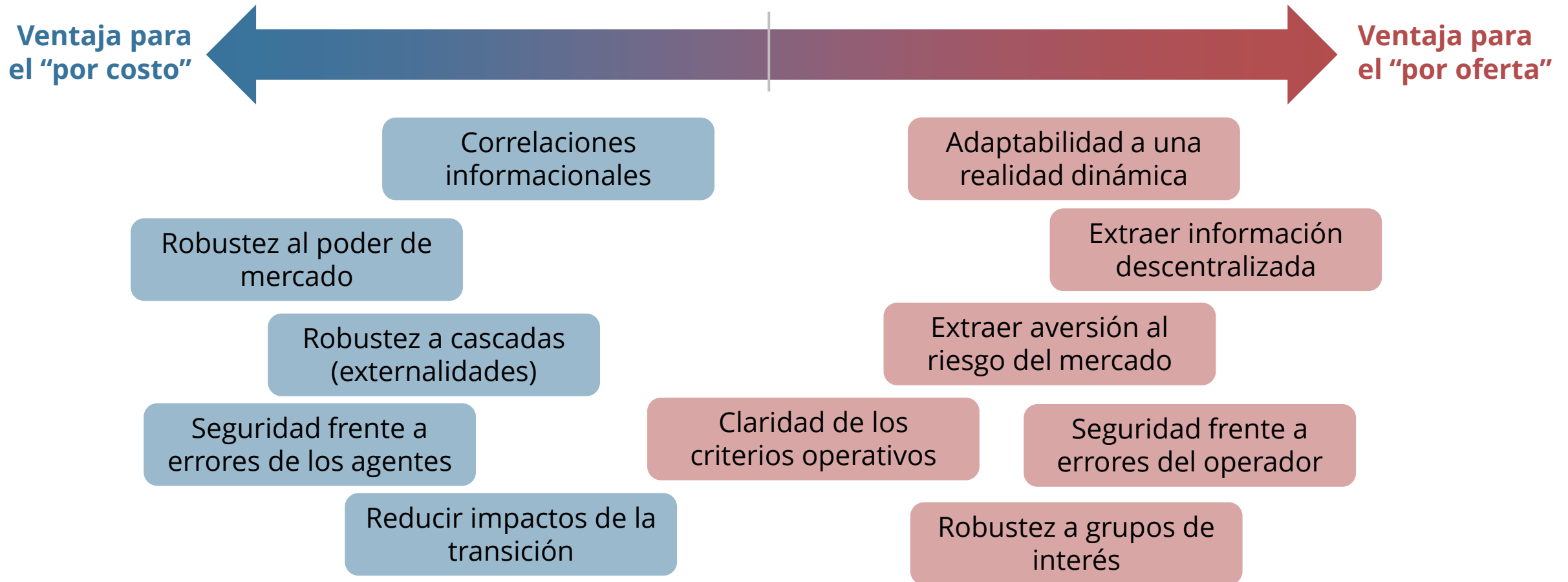
Poder de mercado

Distorsiones de precio y externalidades

Fricciones de mercado



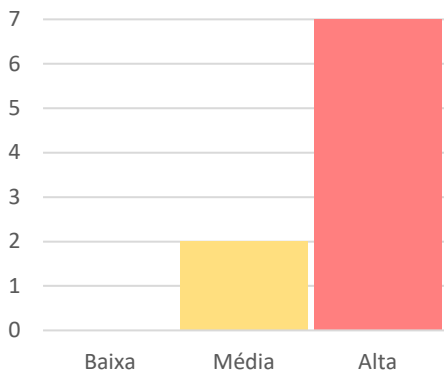
Traduciendo en criterios comparativos...



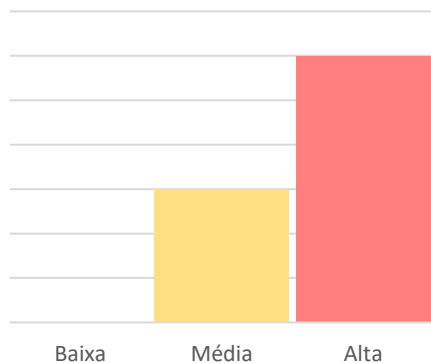
...Y atribuyendo "pesos" a cada criterio...



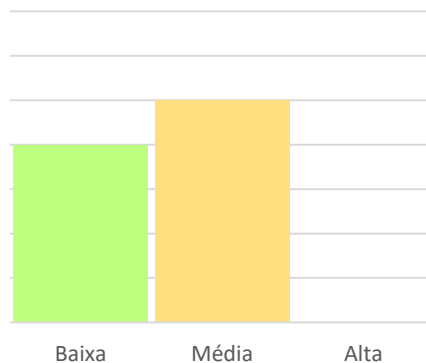
1. Seguridad frente a errores de los agentes



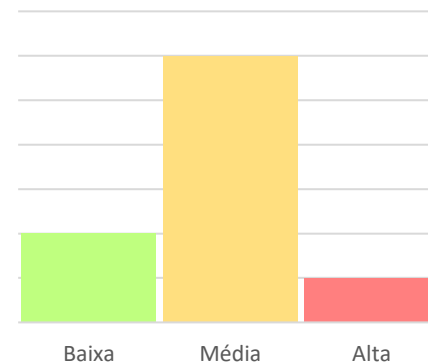
2. Robustez al poder de mercado



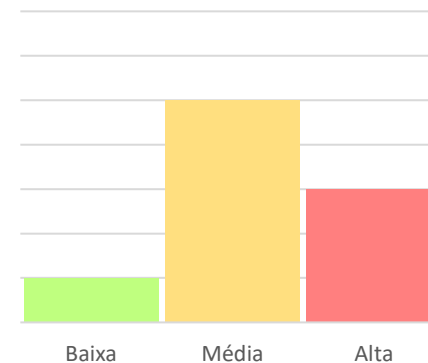
3. Reducir impactos de la transición



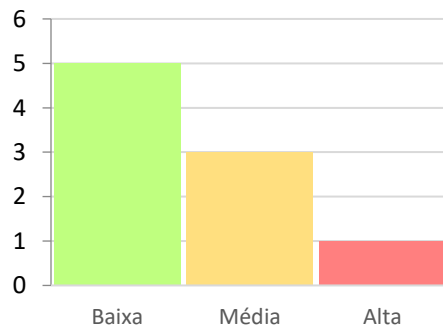
4. Claridad de los criterios operativos



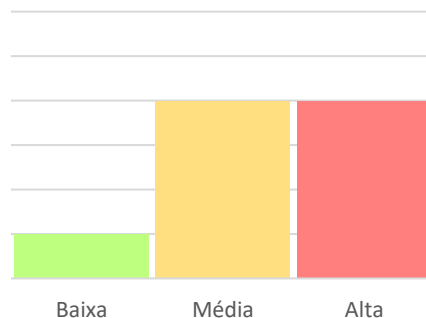
5. Extraer información descentralizada



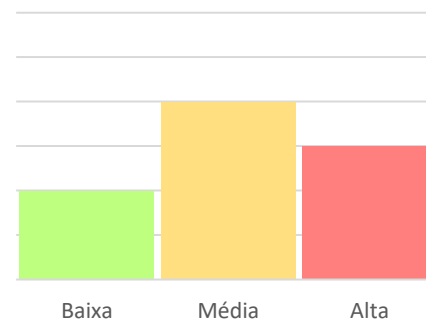
6. Correlaciones informacionales



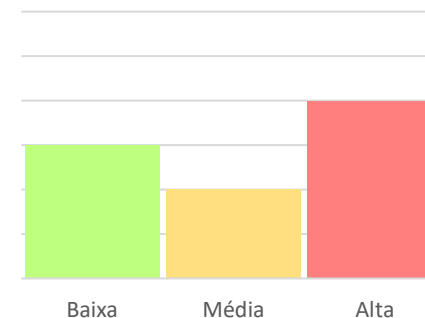
7. Adaptabilidad a una realidad dinámica
8. Seguridad frente a errores del operador



9. Extraer aversión al riesgo del mercado



10. Robustez a cascadas (externalidades)
11. Robustez a grupos de interés



...Se puede llegar a conclusiones



Aunque específicas para determinada coyuntura (por ejemplo Brasil)

Destacar espacio para **hibridización** de las alternativas

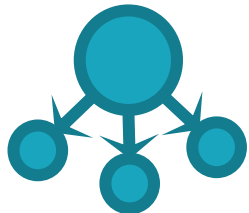
Quesito	Peso	Diseño			
		Por costos puro	Por costos adaptado	Por ofertas adaptado	Por ofertas puro
Adaptabilidad a una realidad dinámica	3.25	1	2	3	4
Extraer información descentralizada	3.25	0	2	3	4
Correlaciones informacionales	2.5	4	4	2	1
Robustez al poder de mercado	3.75	4	3	2	0
Robustez a cascadas (externalidades)	3	4	4	3	1
Extraer aversión al riesgo del mercado	3	0	1	4	3
Seguridad frente a errores del operador	3.25	0	1	2	4
Seguridad frente a errores de los agentes	3.75	4	3	2	0
Reducir impactos de la transición	2.5	4	4	1	1
Robustez a grupos de interés	3	0	1	2	3
Claridad de los criterios operativos	3	1	1	2	3
Agregado		68	80	82	74



03 La hibridización



Dos “caricaturas” de diseño



Mercado por costos

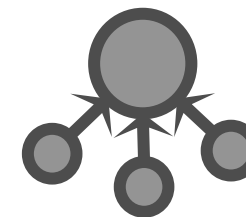
Centralizado
del planificador a los agentes

Decisión **totalmente**
centralizada

Ninguna flexibilidad para cambiar
ninguna información o parámetro
de los agentes

Mercado por ofertas

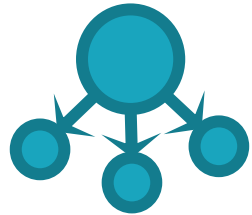
Descentralizado
de los agentes al planificador



Decisión **totalmente**
descentralizada

Total flexibilidad para cambiar
cualquier información o parámetro
a cualquier momento

En la práctica, un espectro de posibilidades

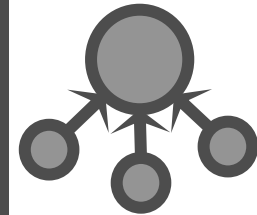


Mercado por costos

Centralizado
del planificador a los agentes

Mercado por ofertas

Descentralizado
De los agentes al planificador



Espectro de posibilidades de diseño

Por costos
puro

Por costos
híbrido

Por ofertas
híbrido

Por ofertas
puro

Categorización de la flexibilidad de oferta



Estructura para permitir comparación entre países analizados

Qué parámetros?

Curvas P-Q

Flexibilidad/reservas

Unit commitment

Almacenamiento

Flexibilidad de declaración?

Ninguna

Esporádica

Restringida frecuente

Flexible frecuente

Varia por tecnología?

Subgrupo

Generadores

Unidades físicas

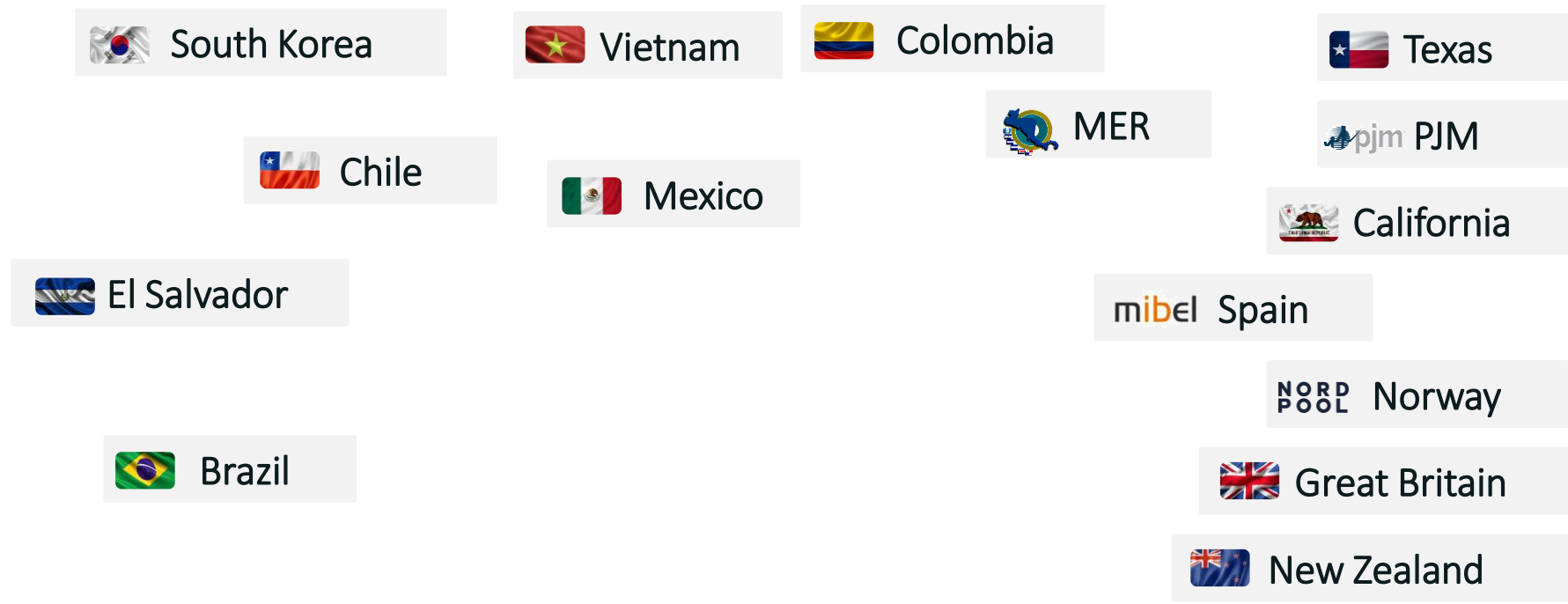
Físico o virtual

Acoplamiento temporal

Categorización de la flexibilidad de oferta



Visualización simplificada en términos de la flexibilidad de oferta en las curvas P-Q



Flexibilidad en mercados “por oferta”



Europa y E.E.U.U. son similares entre ellos (alta flexibilidad), pero con algunas diferencias

Europa: Totalmente agnóstico a la tecnología, modelos genéricos (*block bids / perfiles*)

E.E.U.U.: Parcialmente agnóstico a la tecnología, parametrizaciones (*multi-part bids*)

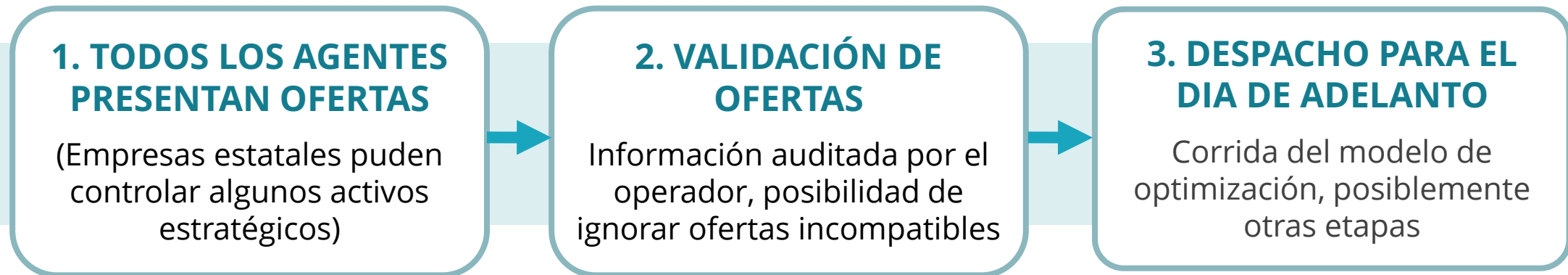
Ofertas simples	Ofertas en bloque
<i>Step orders</i>	<i>Regular orders</i>
<i>Piecewise linear orders</i>	<i>Profile orders</i>
Condiciones complejas	<i>Exclusive orders</i>
Renta mínima	<i>Linked orders</i>
Gradiente de carga	<i>Flexible orders</i>

Costos operativos		Restricciones técnicas	
Oferta de energía	MWh + \$/MWh	Mín. económico	MW
		Máx. económico	MW
	<i>Piecewise o stepwise linear:</i> múltiples pares MW-precio	Rampa	MW/hora
Oferta <i>no-load</i>	\$/hora	Mín./máx. <i>runtime</i>	Hrs., mins.
Costo de arranque	\$	Mín. <i>downtime</i>	Hrs., mins.
	Disponibilidad para diferentes arranques (<i>hot/intermediate/cold</i>)	Tiempo de notificación	Hrs., mins.
		Tiempo de enfriamiento	Hrs., mins.
		Tiempo de arranque	Hrs., mins.

Flexibilidad en mercados “por costo”

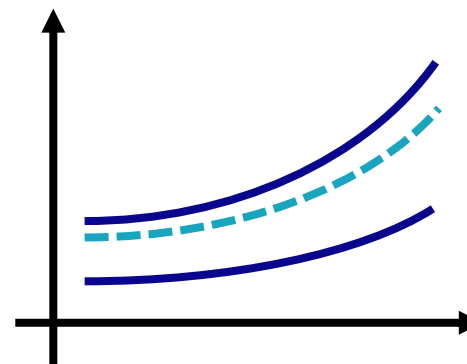


Modelo “híbrido” adoptado en México y en Vietnam:



EJEMPLO:

Límites máximo y mínimo de validación para termoeléctricas



1 VND/kWh hasta el costo estimado



0 hasta 110% del costo estimado

Dos tipos de validación y mitigación

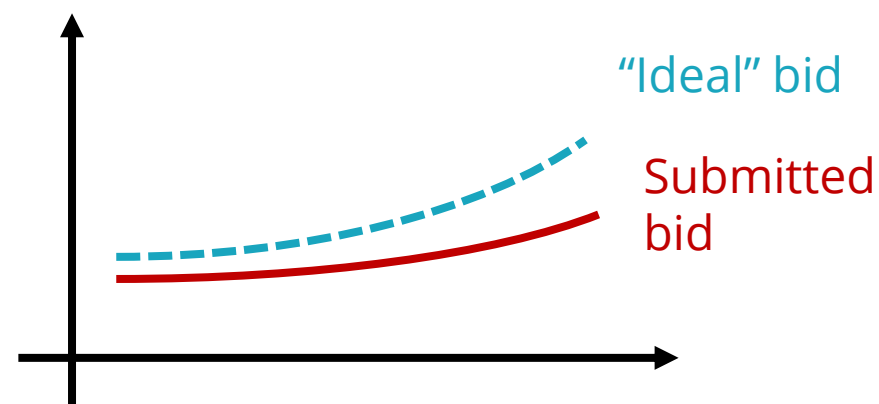
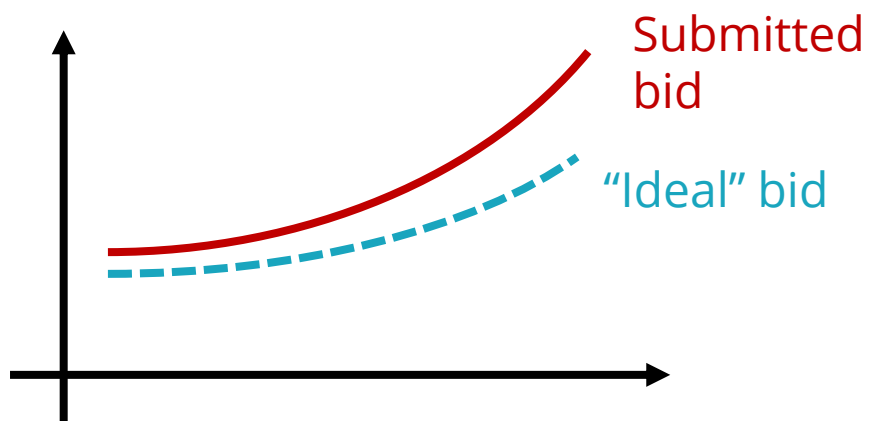


La lógica de “**validación de ofertas**” implica que la etapa de supervisión (centralizada) queda totalmente separada de la etapa de recepción de ofertas (descentralizada)

El diseño debe ser **explícito** sobre los criterios de evaluación y intervención!

Curvas más altas que lo esperado
(Sugiere ejercicio de poder de mercado)

Curvas más bajas que lo esperado
(Sugiere poca credibilidad en el futuro)

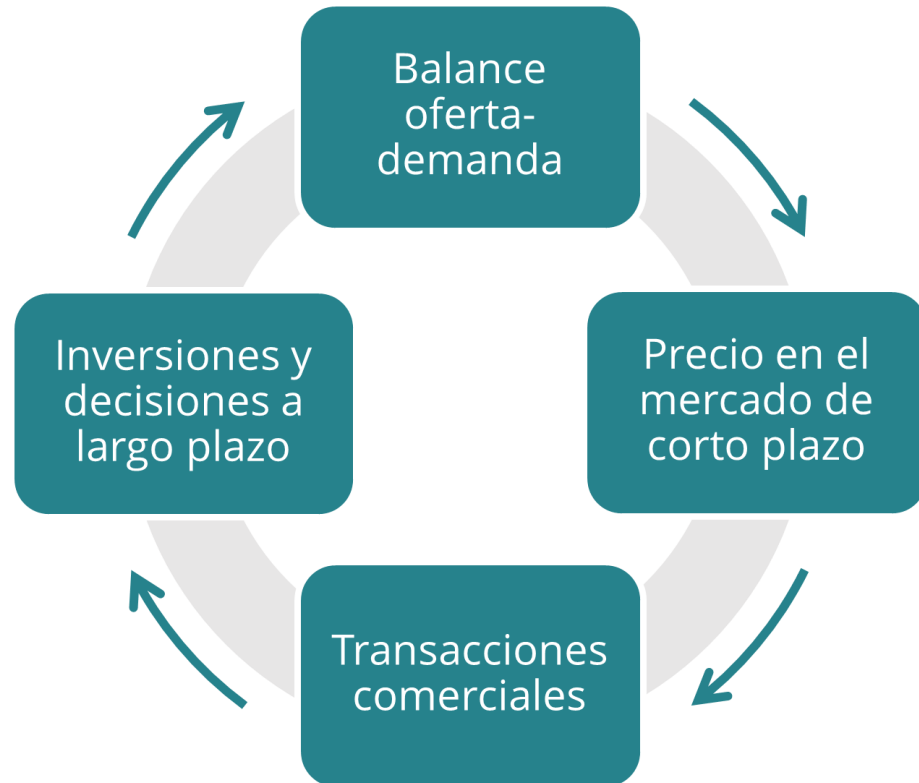


El rol de los precios en situaciones de escasez

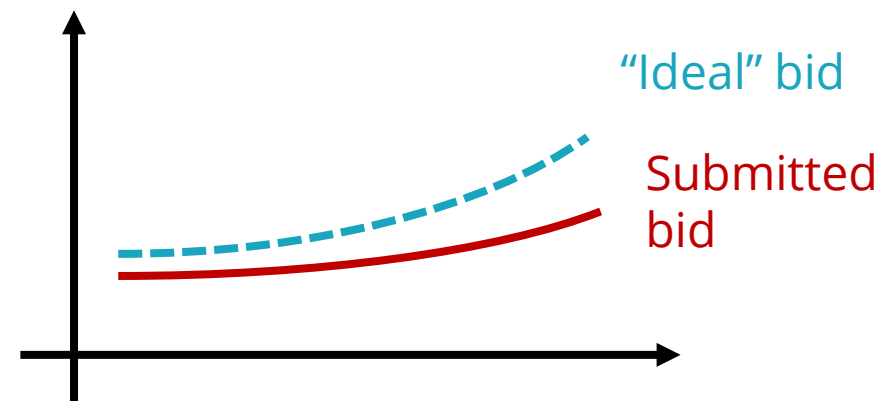


Puede ser **contraintuitivo** sugerir que en situaciones de escasez la mayor preocupación puede ser que los precios estén **insuficientemente altos** (!) – pero es consistente con la estructura de incentivos

Si el ciclo no funciona como esperado, buscar **otras reformas** (no distorcer el precio spot)



Curvas más bajas que lo esperado
(Sugiere poca credibilidad en el futuro)

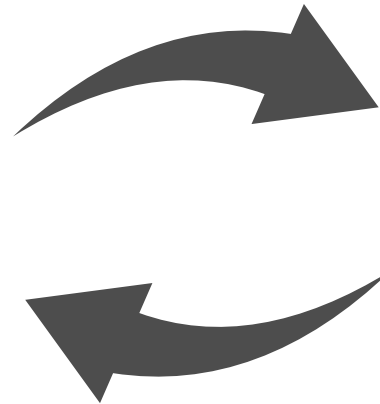


El potencial de los modelos híbridos



EXTRAER VALOR DE LA DINÁMICA "POR OFERTA"

Información de mejor calidad,
agentes con más iniciativa



EXTRAER VALOR DE LA REPRESENTACIÓN "POR COSTO"

Principio de prudencia,
supervisión de las actividades

Es importante asegurar que de hecho las componentes del modelo híbrido **funcionan bien juntas** - sinergias y no conflictos (!)





04 El futuro



La transformación ya está en curso



La información **voluntaria y detallada** presentada por los agentes es cada vez más importante

Transformación de los sectores eléctricos:

- En Chile, 32% (2023) de renovables variables en el sistema en promedio
- En Brasil, 20% (2024) de la potencia en la red de distribución

Achieving Retail Liberalization in Middle-Income Countries

Challenges and Successes of the Brazilian Experience

ELECTRICITY MARKET LIBERALIZATION INITIATIVES have swept the world since they were first proposed and thoroughly studied in the 1980s. Endless significant steps in free-market reform have been taken in the world since the 1980s. Many of these countries are now in the state of electricity liberalization in the 1990s following the United Kingdom's market reform and have, as of today, successfully implemented wholesale competition. Conversely speaking, some middle-income countries have managed the process before reaching full retail liberalization, and these countries often will mostly restrict to subsidies. The technological and retail advances of distribution, dissemination, and digitalization have brought back the full retail liberalization agenda in that countries can be empowered to study about their own supply, type of energy, and hence be active players in the power market.

The core challenges of retail liberalization that policymakers need to tackle are well known, among which it is possible to highlight the following:

- ✓ increasingly active clients of all consumer classes
 - ✓ novel business models
 - ✓ growth of distributed energy resources
 - ✓ the need to accommodate new types of agents
 - ✓ ensuring a fair treatment of both newcomers and already existing players.
- Middle-income countries in particular face all of these challenges while also facing:
- ✓ a high proportion of socially and economically vulnerable consumers
 - ✓ relatively young institutions
 - ✓ immature marketplaces for hedging against risks and/or procuring financing
 - ✓ "straggler" costs from the reforms of the 20th century may impose further challenges to liberalization.

Middle-income countries in particular face all of these challenges while also facing:

Brazil in particular is a fascinating case study. The country has historically relied on large-scale centralized generation (mostly hydropower) but recently has seen increased initiatives for distributed energy resources, highlighting the fundamental role of consumer choice in the electricity market. As a consequence, retail liberalization is being discussed in the country via legal and intra-legal pathways. In this article, the Brazilian conjuncture, constraints, and successes along the way toward retail market liberalization are used as a backdrop for a broader discussion that can apply to a range of middle-income countries facing similar challenges.

Highlights of the Brazilian Context and Retail Liberalization

This section introduces the Brazilian regulatory context, existing initiatives toward full retail liberalization, and the options available to smaller "regulated consumers" that allow them to de facto choose a supplier to some extent. Finally, we draw attention to the socioeconomic complexities of the country as an important background for the challenges faced.

Zero-Marginal-Cost Electricity Market Designs



By Luiz Barroso, Francisco D. Muñoz, Bernardo Bezerra, Hugh Rudnick, and Gabriel Cunha

Digitized by IEEE Xplore for IEEE Xplore

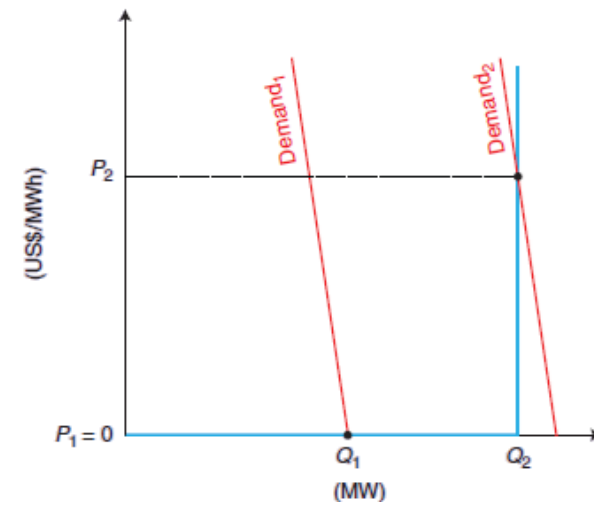
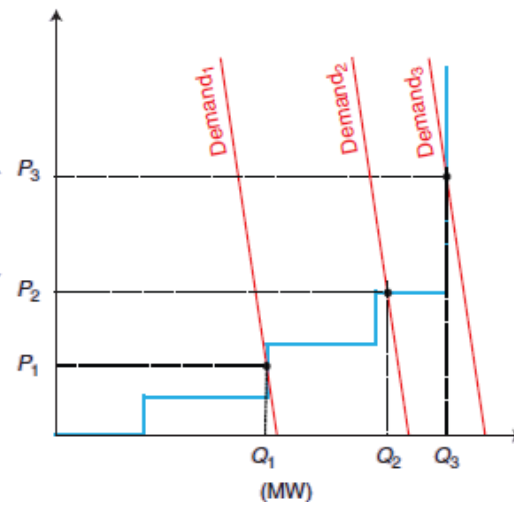
64

IEEE power & energy magazine

1540-7977/210/2021IEEE

January/February 2021

Authorized licensed use limited to: Luiz A N Barroso. Downloaded on January 13, 2021 at 13:11:48 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

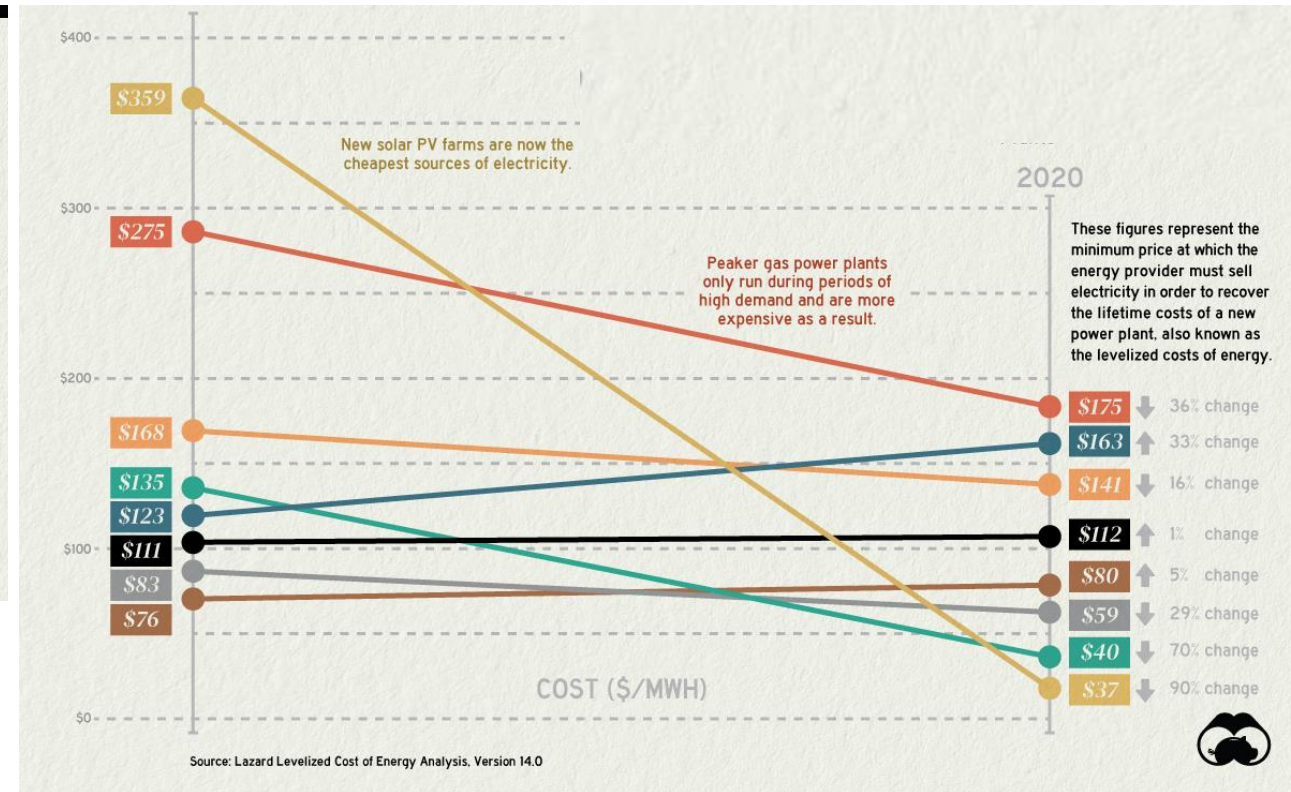
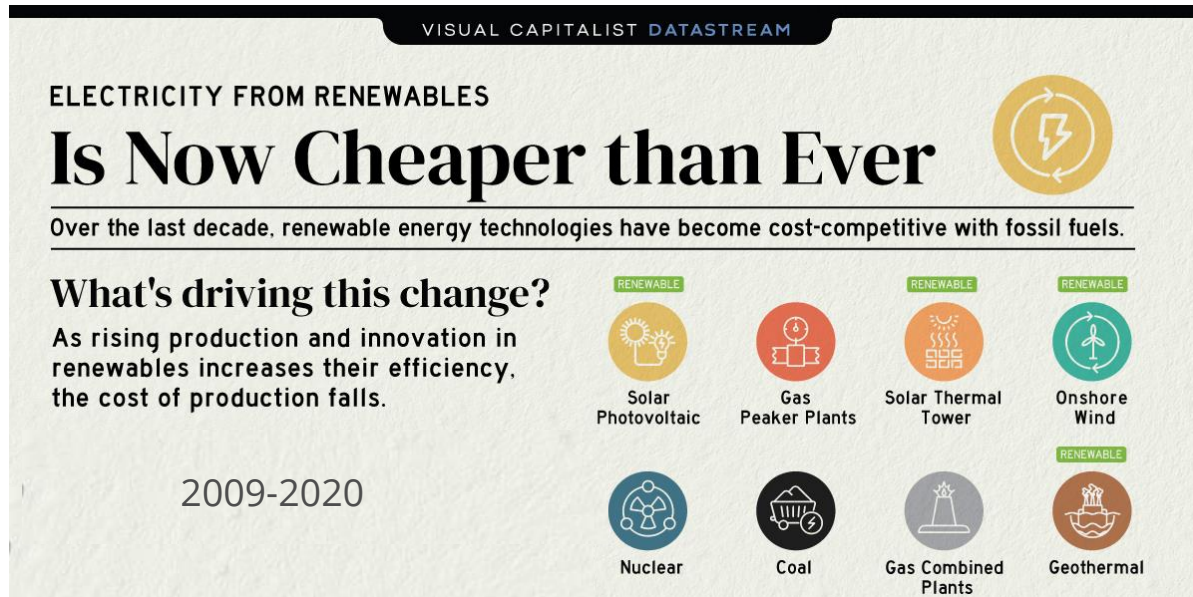


Tomar en serio la transición energética



Mecanismos sofisticados (oferta de servicios complementarios, DSO, REDs) permiten descubrir **cruciales nuevas fuentes de flexibilidad**

Contemplar el **“real costo”** de las renovables – perfil de producción y necesidad de reservas



Mercado spot extendido a los REDs



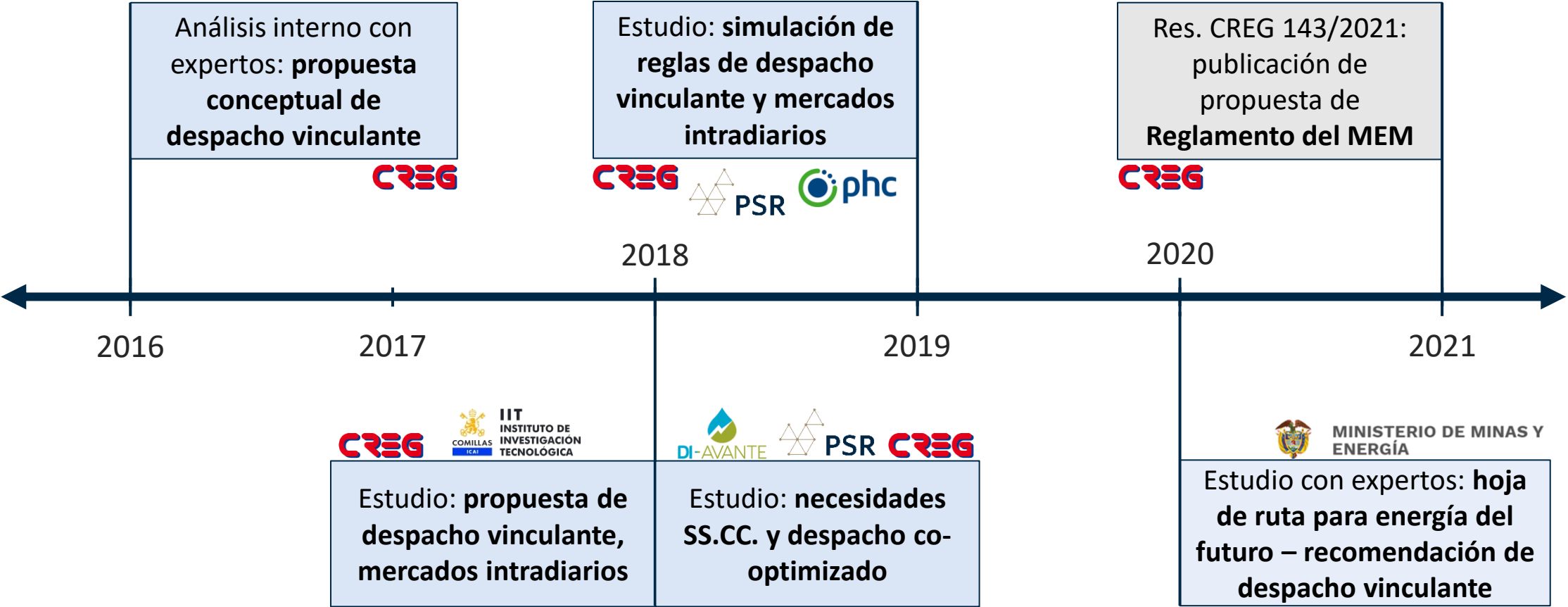
En la mayor parte de los países desarrollados, los incentivos a los REDs (*net metering* y *feed-in tariff*) ya fueron revisados, y se introdujeron mecanismos para el **acceso al mercado spot**

Sistema:	Australia	Reino Unido	España	Suecia	California	Texas
Acceso “mínimo” al Mercado Spot?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Despachable en el Mercado Spot?	Sí*	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Existe la figura de Agregador de REDs?	Piloto	Sí	Sí	Piloto	Sí	Piloto
Provee servicios de flexibilidad?	Piloto	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Provee otros servicios complementarios?	-	Piloto	Piloto	Piloto	-	-

Mucho ya mapeado también en Colombia



Propuesta de **reforma del reglamento del MEM** (Res. CREG 143/2021): ofertas de la demanda, mercados vinculantes, SS.CC., mitigación de ofertas



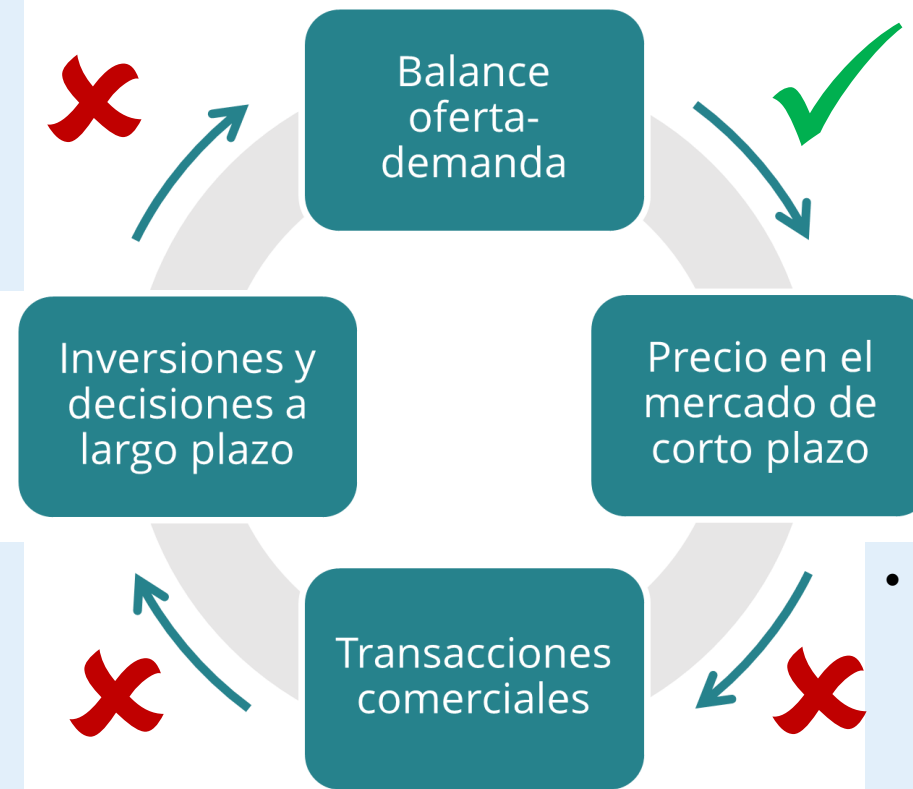
Explorando fricciones de mercado



De manera general: la señal de precio **funciona bien**, pero no el ciclo como un todo

- Planes de nueva oferta no se materializan – retos con el licenciamiento ambiental y/o proyectos específicos?

- Nuevos ofertantes no tienen interés en los precios altos (contratos y/o spot) – percepción de riesgo elevada?



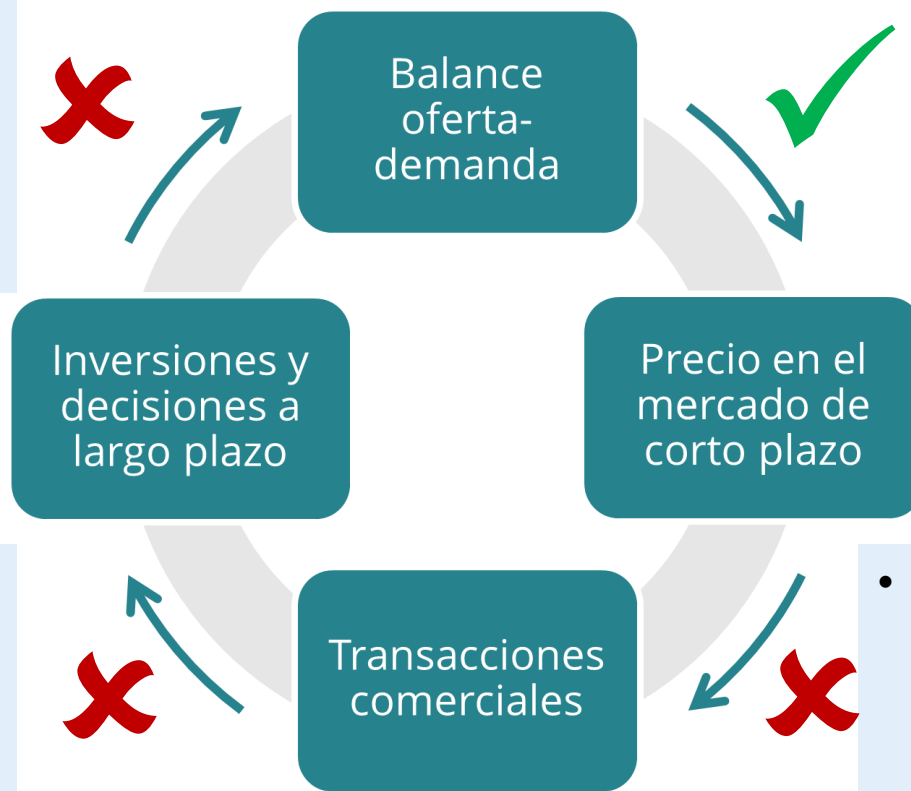
- La demanda no busca contratos de largo plazo – falta de incentivo/ iniciativa / *creditworthiness* ?

Introduciendo mecanismos facilitadores



A partir de un diagnóstico de los principales obstáculos, introducir mecanismos – por ejemplo, contratación de energía a largo plazo

- **Obstáculos en la práctica: La Guajira, GNL del Pacífico...**



- **Precios volátiles y señales de implementar un *price cap***

- **Distribuidoras sistemáticamente subcontratadas**



04 Conclusiones



Conclusiones



El futuro de los precios de la energía muy probablemente involucrará **ofertas voluntarias** de los agentes (agnósticas a la tecnología), con algún nivel de **supervisión centralizada**

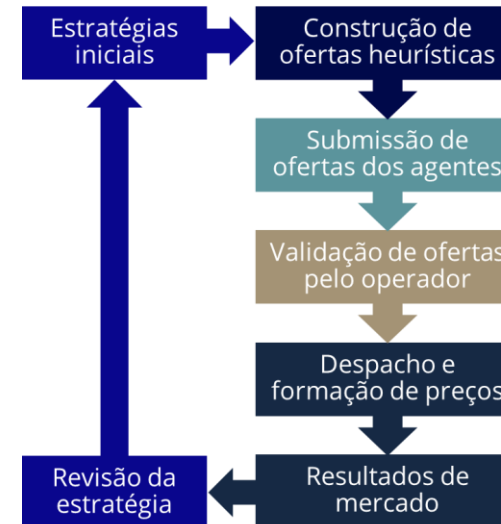
Convergencia y puntos en común entre las iniciativas de **Brasil, Chile y Colombia** – ahora asegurar que las reformas de hecho se concreten!

Los precios de corto plazo deben ser **apoyados** por **mecanismos facilitadores** – permitir que la expansión se viabilice, limitar exposición financiera, y otros elementos de **mitigación** de las fricciones de mercado

Para saber más sobre la iniciativa en Brasil



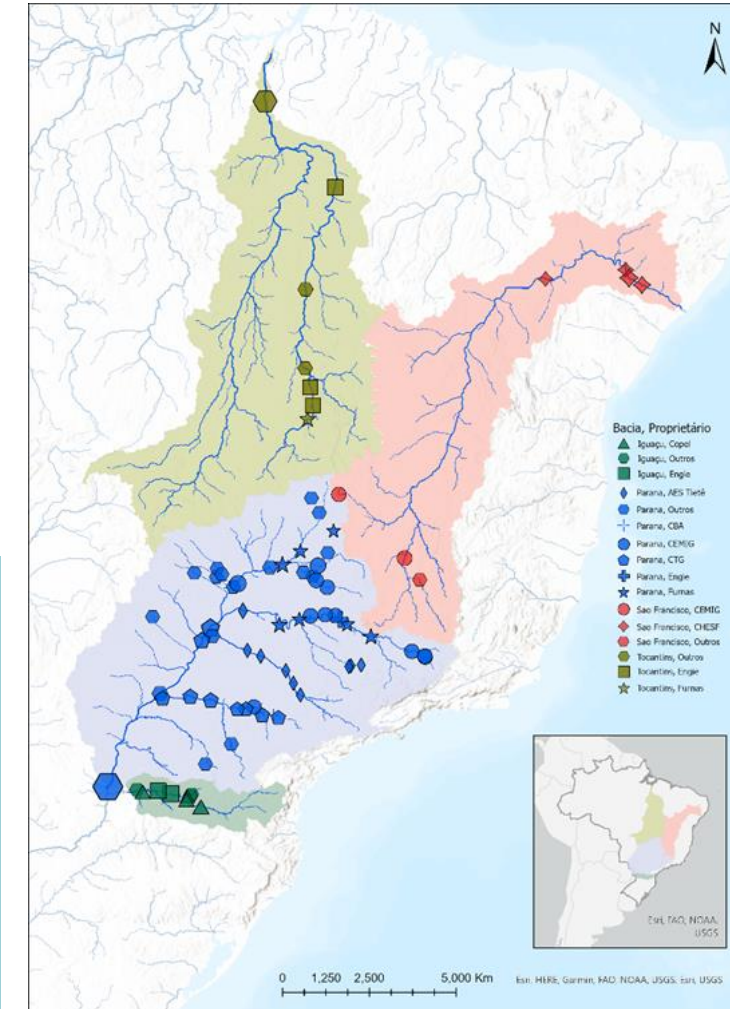
www.meta2formacaodepreco.com



1ª Fase: Exploração Início: Junho 2023

Produto e.1.r **Plano de trabalho.** Este relatório descreve todos os entregáveis previstos no projeto (entre relatórios, eventos e softwares) e um cronograma de atividades englobando o período de junho de 2023 a dezembro de 2025. [BAIXAR](#)

Produto e.2.r1 **Diagnóstico internacional preços por custo.** Este primeiro relatório de diagnóstico das experiências internacionais foca em países que implementaram uma formação de preços "por custo" no setor elétrico (como o Brasil atualmente): Chile, Coreia do Sul, El Salvador, México e Vietnã. [RELATÓRIO INTEGRAL](#)
[APRESENTAÇÃO](#)



META II FORMAÇÃO DE PREÇO



Website :

www.meta2formacaodepreco.com.br



Palestrante

PSR

gabriel@psr-inc.com