

# 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

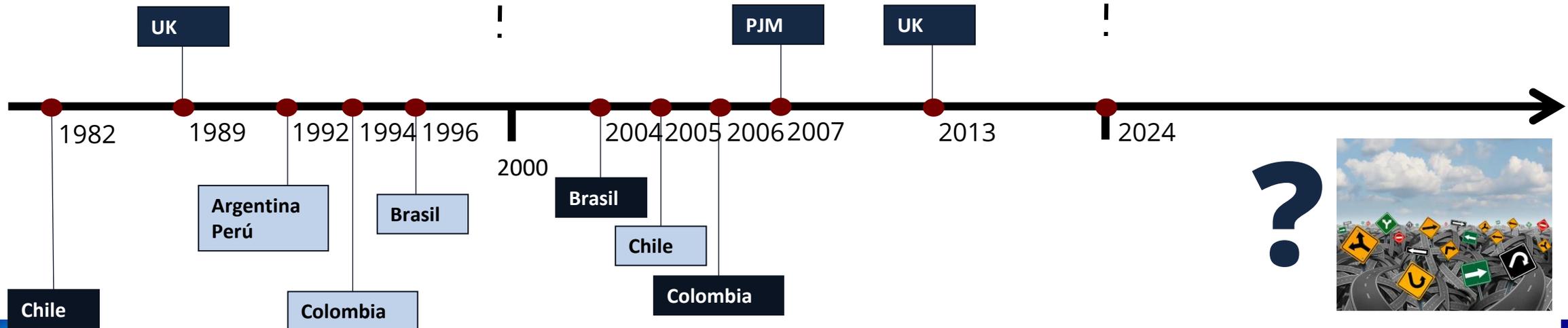
- Separación G/T/D
- Precios spot y mercado mayorista

## Años 2000: "Segunda ola" Mercados de confiabilidad

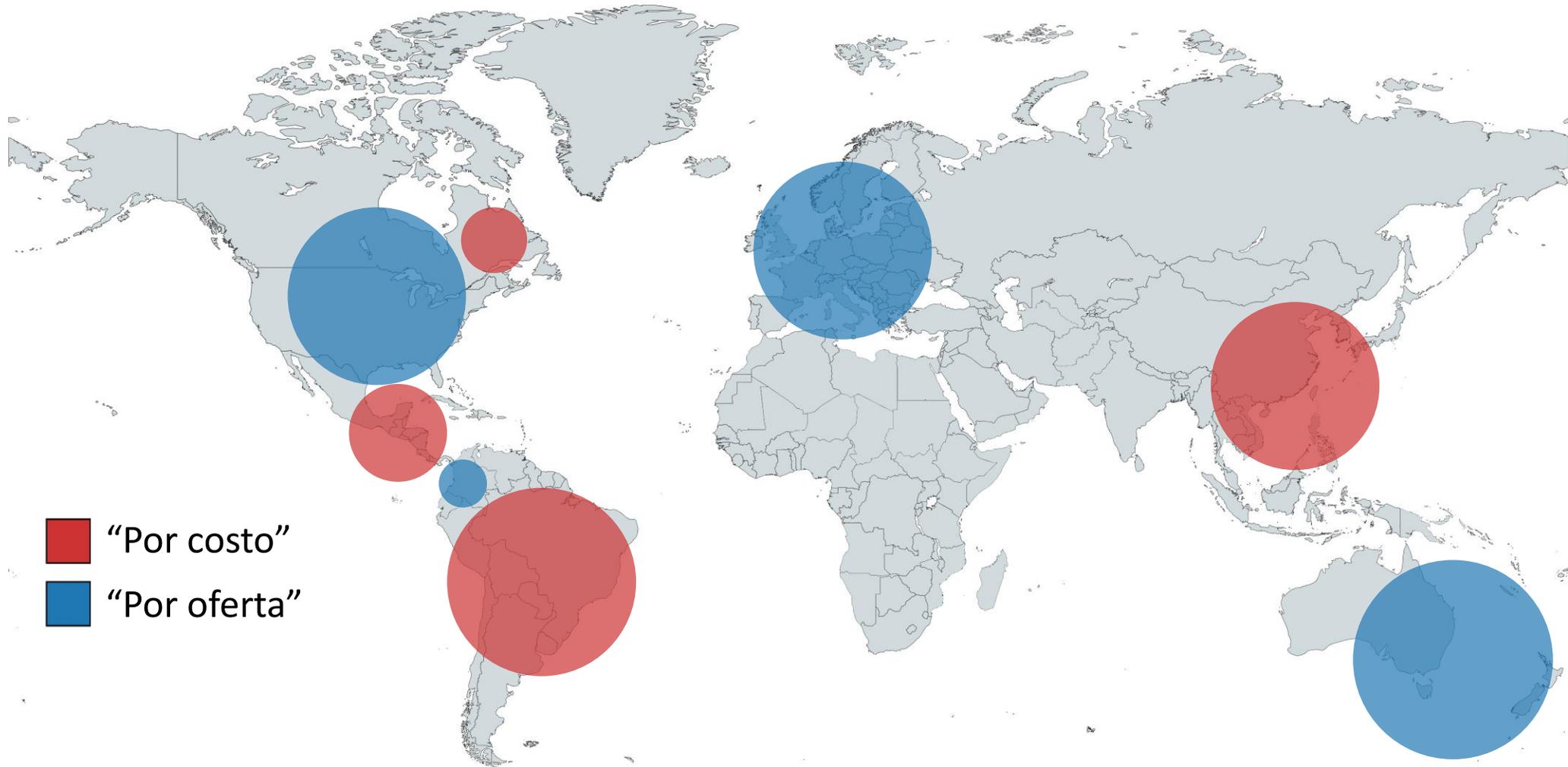
- Mercados de contratos
- Productos capacidad/  
confiabilidad

## Años 2020: "Tercera ola"? Transición energética

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



# Mercados “por custo” y “por oferta”



■ “Por custo”  
■ “Por oferta”

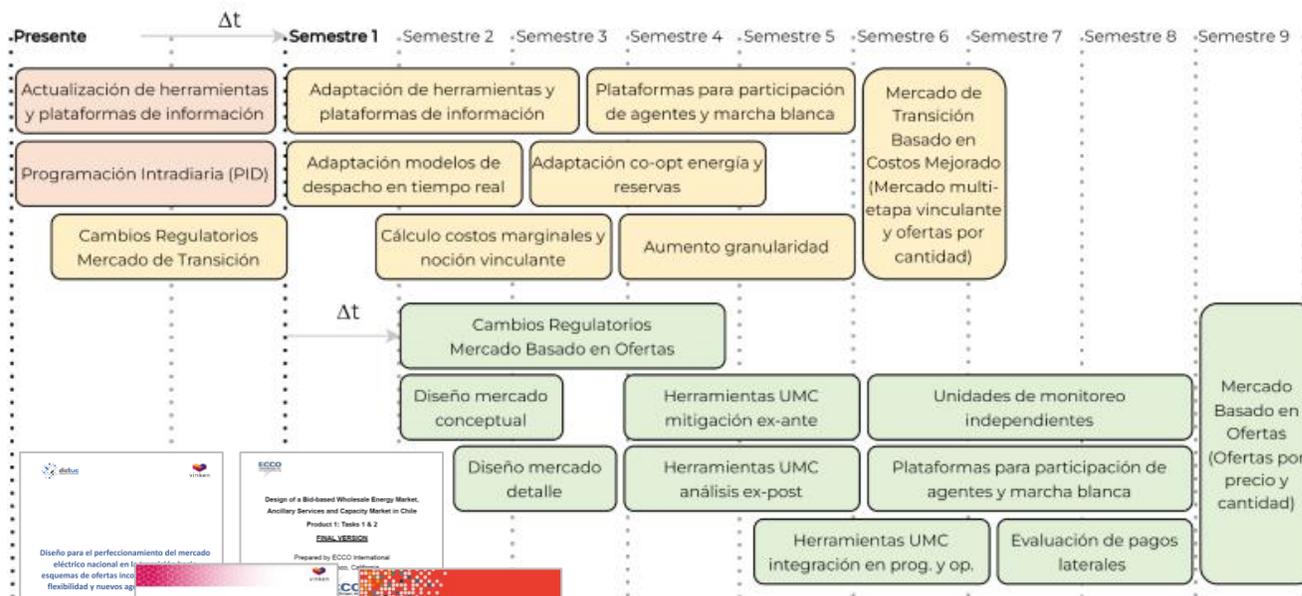
Created with mapchat.net

# 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

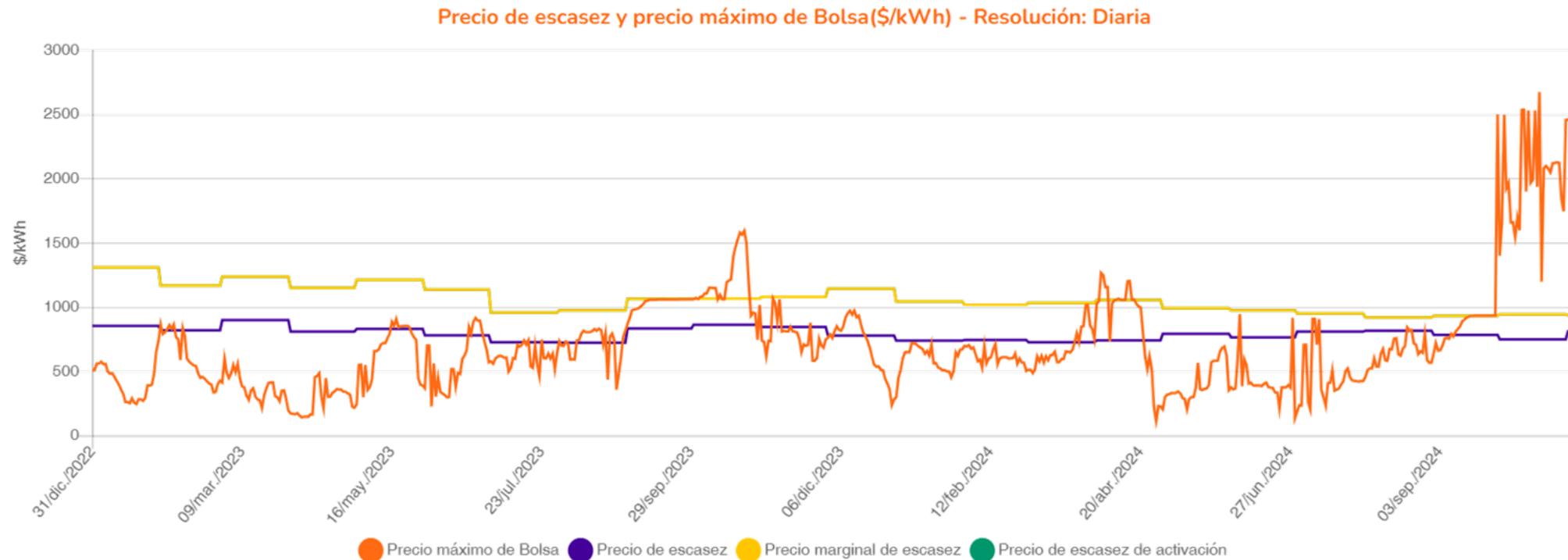
Iniciativa del operador del mercado (CCEE), evaluando precio por costo VS por oferta

# 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

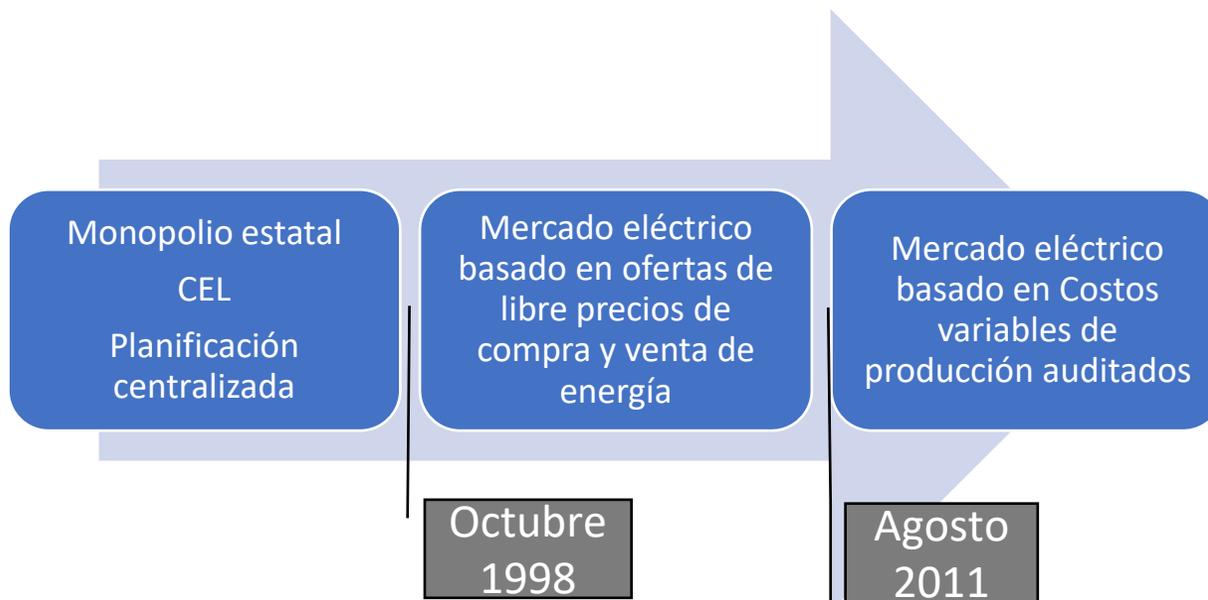


# Atención a las trampas: El Salvador



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



---

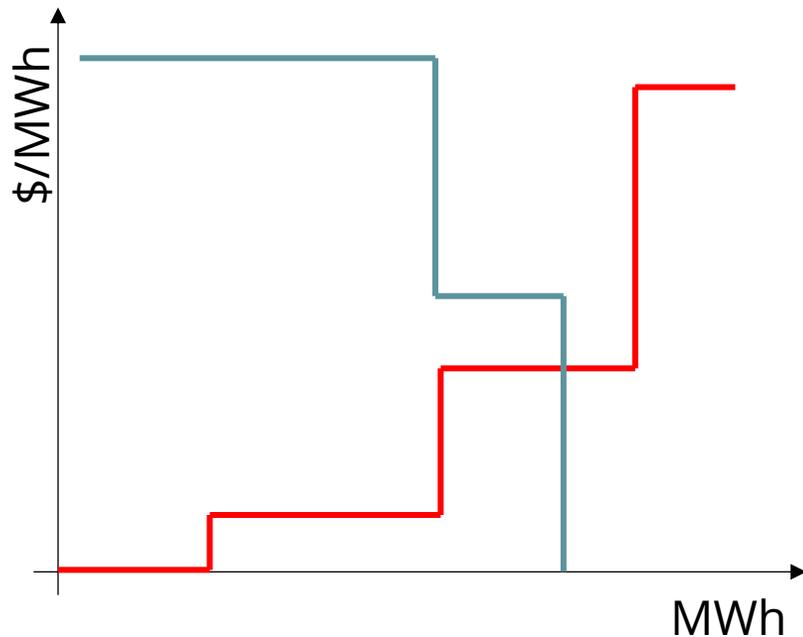
# 02 El contraste



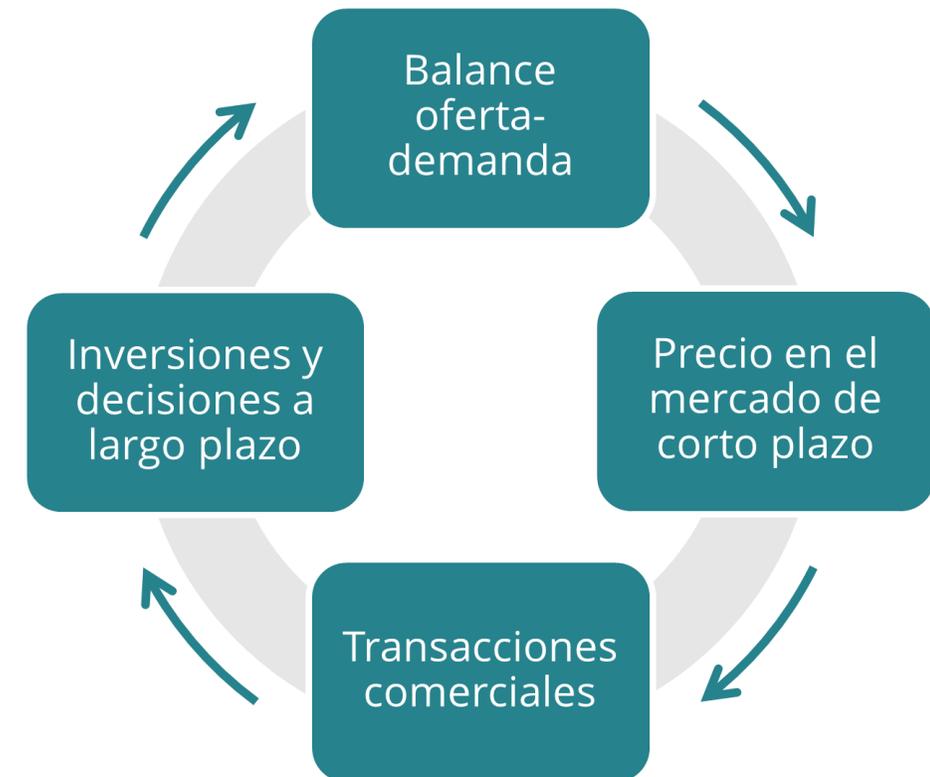
# Fundamento clave del mercado



- 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**)



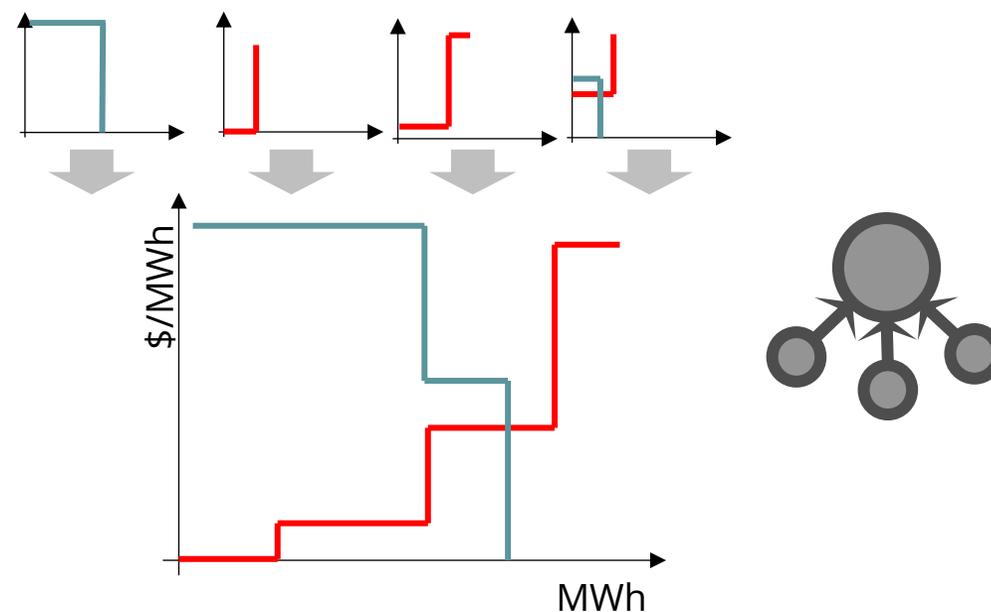
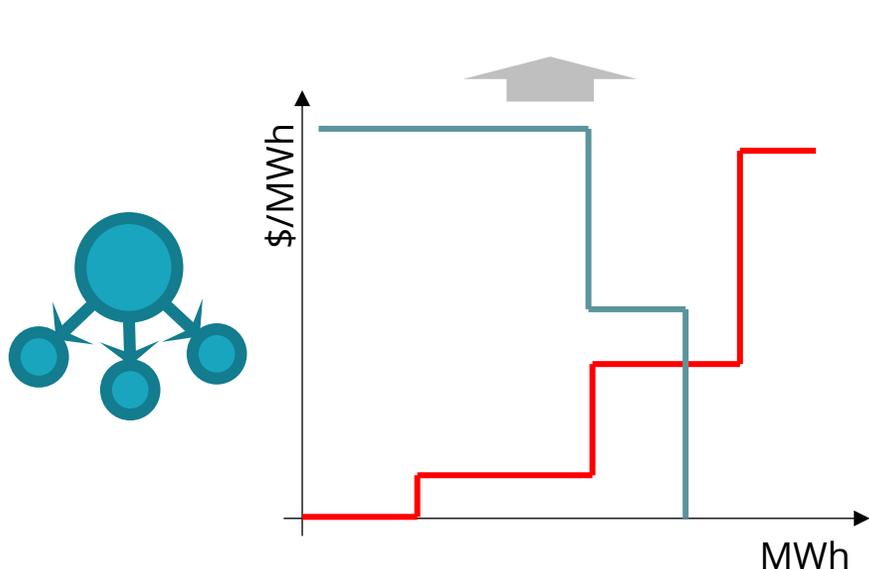
$$\min_q \sum_{j \in J} C_j^Q(q_j)$$
$$\sum_{j \in J} q_j = 0 \quad : \pi$$
$$q_j \in Q_j \quad \forall j \in J$$



# 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



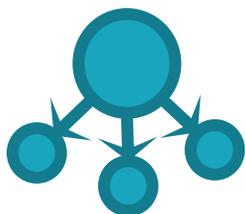
Las dos representaciones implican **supuestos subyacentes** (y por lo tanto ventajas y desventajas)  
El modelo “por costo” **no está totalmente protegido** del riesgo de poder de mercado (indisponibilidad)

## Fallas de **gobierno** del modelo centralizado

Información imperfecta

Captura por intereses privados

Manejo de la información y gobernanza

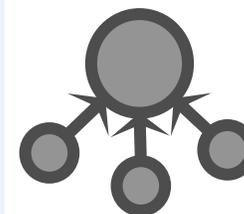


## Fallas de **mercado** del modelo descentralizado

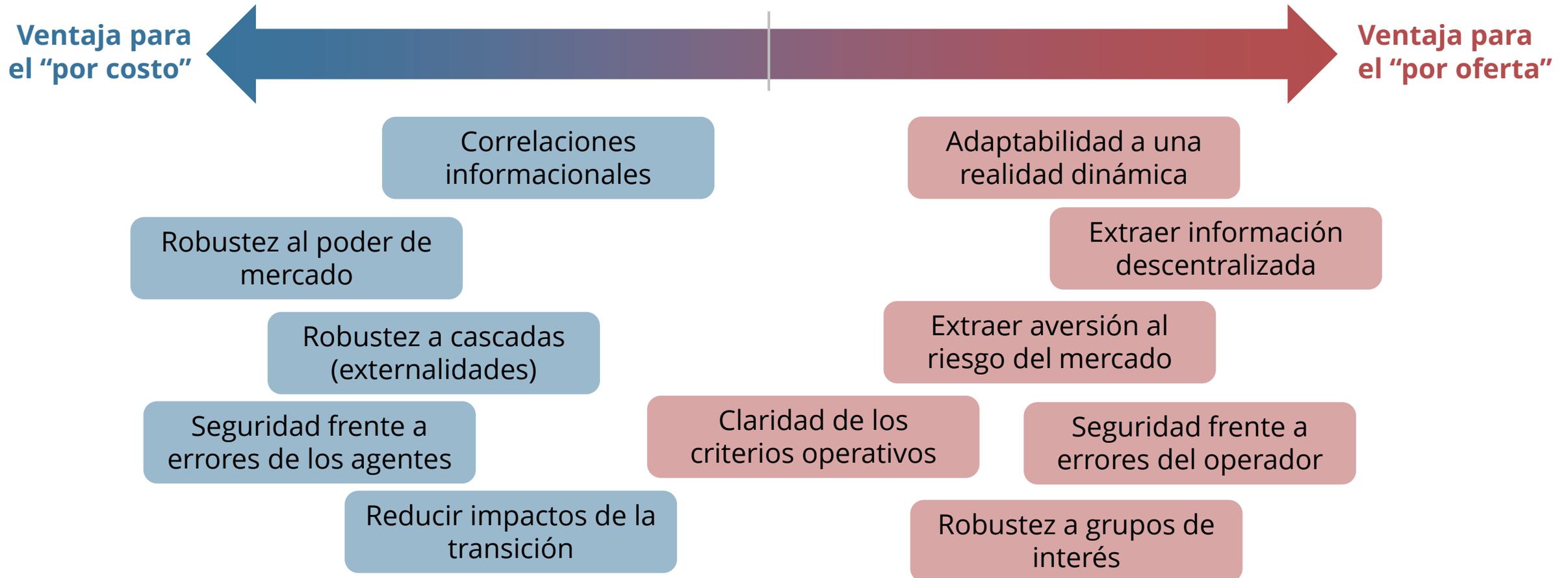
Poder de mercado

Distorsiones de precio y externalidades

Fricciones de mercado



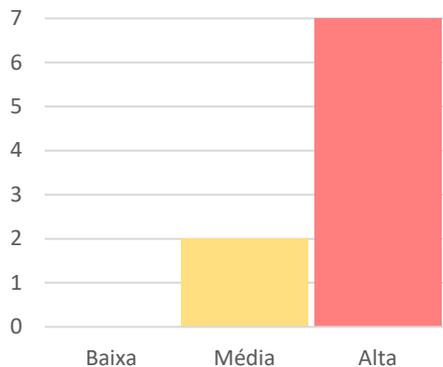
# Traduciendo en criterios comparativos...



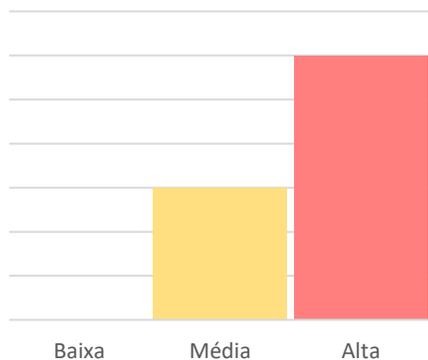
# ...Y atribuyendo "pesos" a cada criterio...



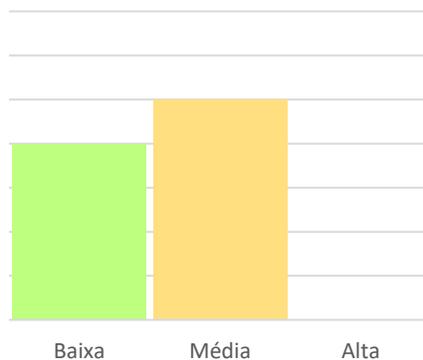
1. Seguridad frente a errores de los agentes



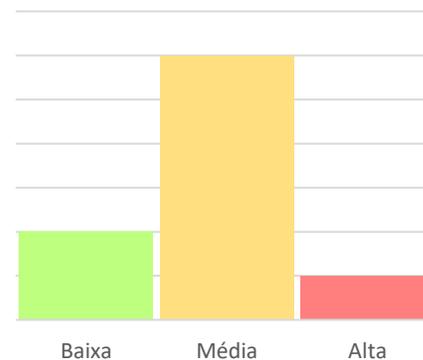
2. Robustez al poder de mercado



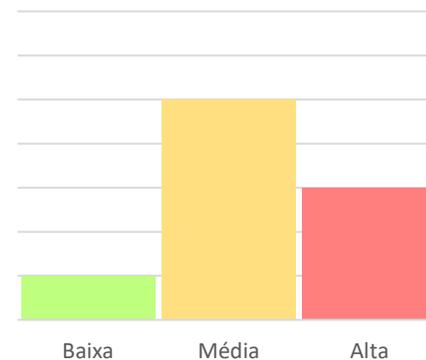
3. Reducir impactos de la transición



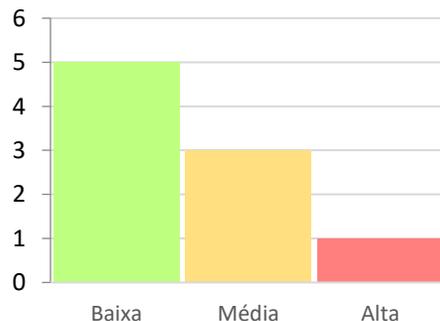
4. Claridad de los criterios operativos



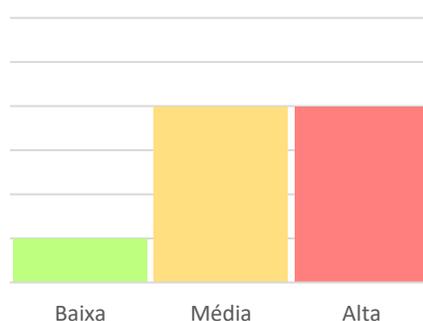
5. Extraer información descentralizada



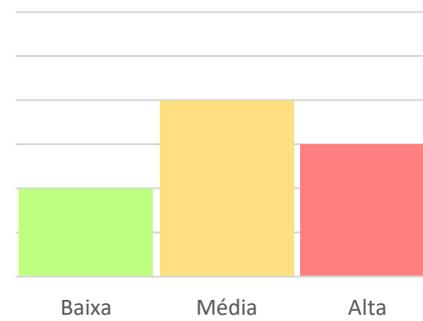
6. Correlaciones informacionales



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
<b>Agregado</b>		<b>68</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>74</b>

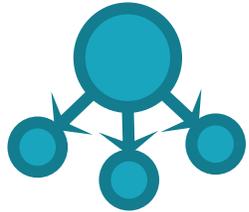


---

# 03 La hibridización



# Dos “caricaturas” de diseño



## Mercado por costos

Centralizado  
del planificador a los agentes

Decisión **totalmente**  
**centralizada**

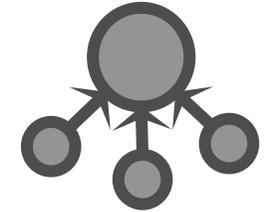
**Ninguna** flexibilidad para cambiar  
ninguna información o parámetro  
de los agentes

## Mercado por ofertas

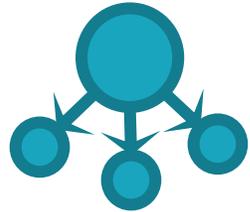
Descentralizado  
de los agentes al planificador

Decisión **totalmente**  
**descentralizada**

**Total** flexibilidad para cambiar  
cualquier información o parámetro  
**a cualquier momento**



# En la práctica, un espectro de posibilidades

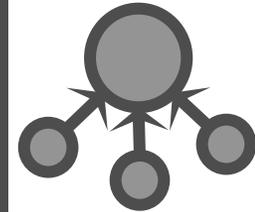


## Mercado por costos

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*)

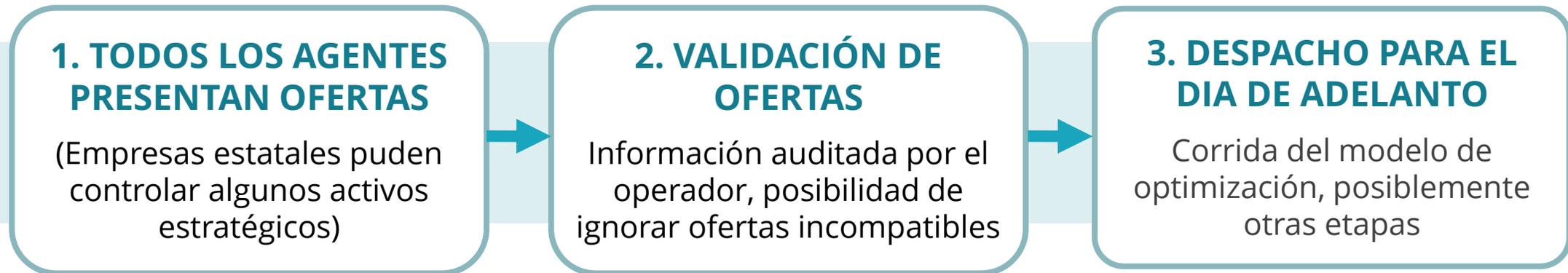
Ofertas simples	Ofertas en bloque
<i>Step orders</i>	<i>Regular orders</i>
<i>Piecewise linear orders</i>	<i>Profile orders</i>
Condiciones complejas	<i>Exclusive orders</i>
Renta mínima	<i>Linked orders</i>
Gradiente de carga	<i>Flexible orders</i>

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”

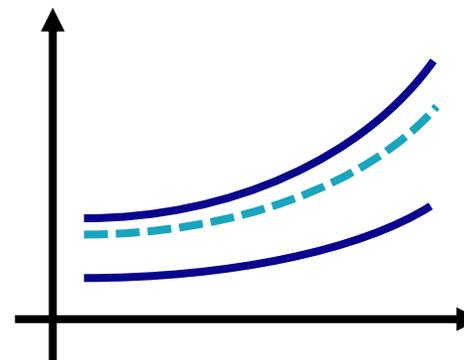


Modelo “híbrido” adoptado en México y en Vietnam:



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

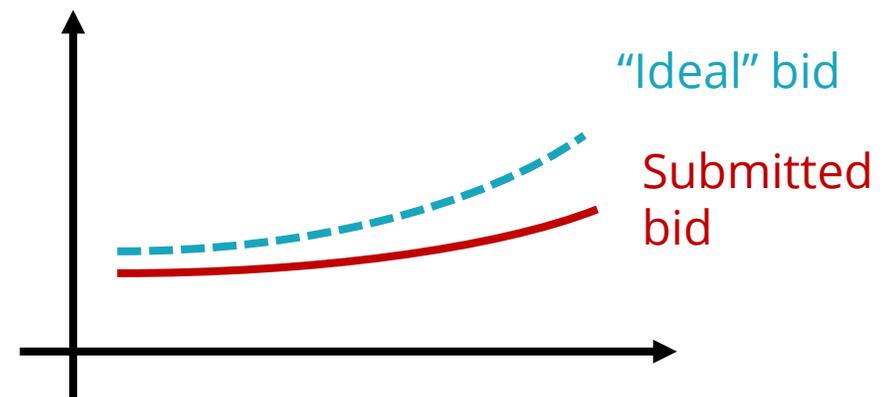
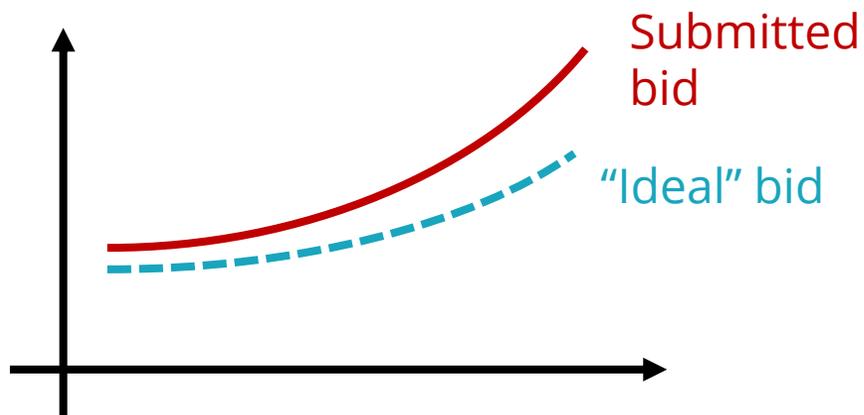


La lógica de “**validación de ofertas**” implica que la etapa de supervisión (centralizada) queda totalmente separada de la etapa de recepción de ofertas (descentralizada)

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)

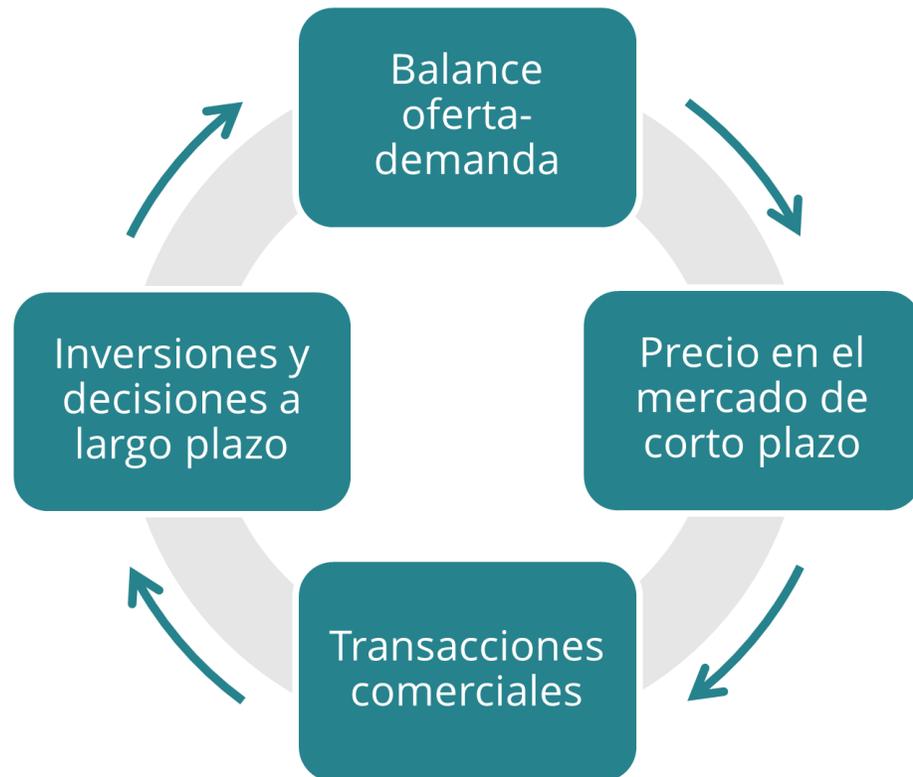


# El rol de los precios en situaciones de escasez

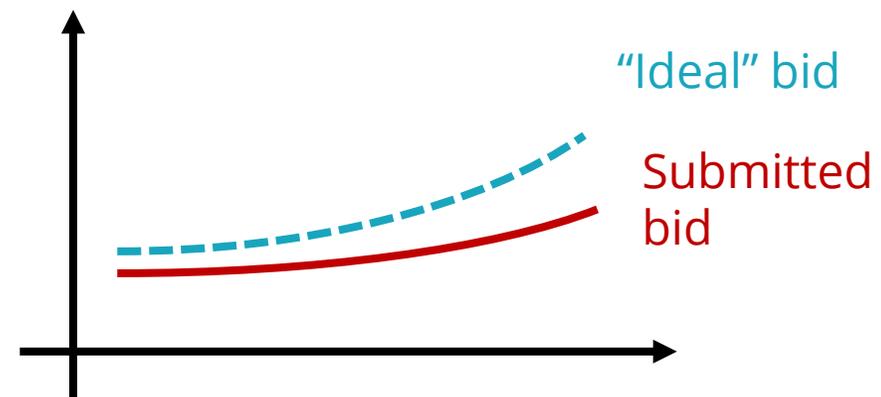


Puede ser **contraintuitivo** sugerir que en situaciones de escasez la mayor preocupación puede ser que los precios estén **insuficientemente altos** (!) – pero es consistente con la estructura de incentivos

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)

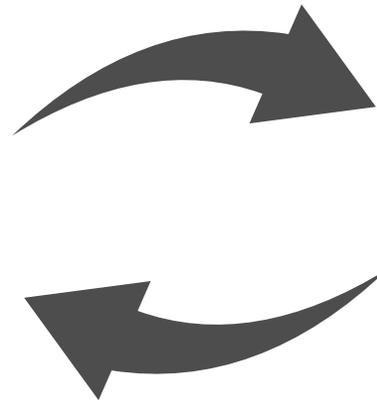


# El potencial de los modelos híbridos



**EXTRAER VALOR DE LA DINÁMICA "POR OFERTA"**

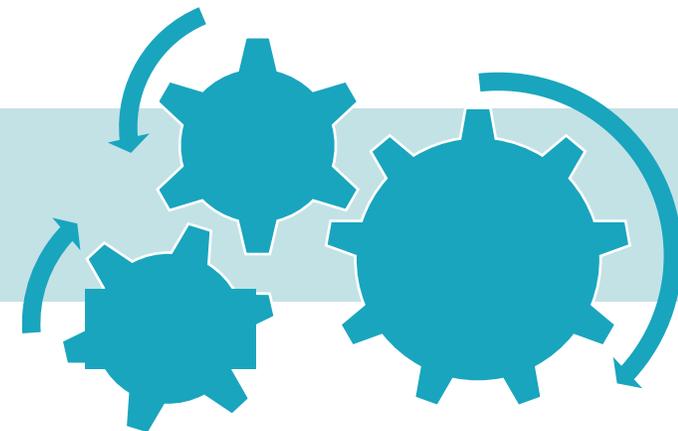
Información de mejor calidad,  
agentes con más iniciativa



**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



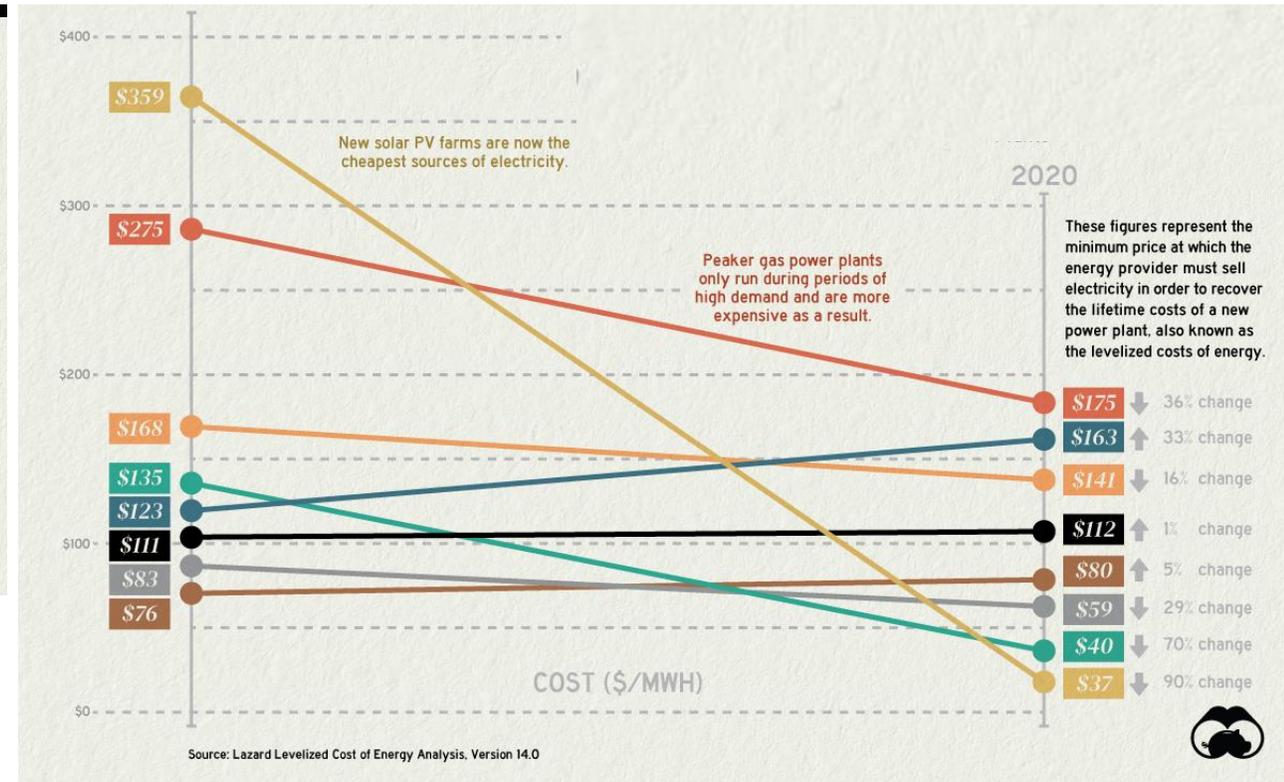
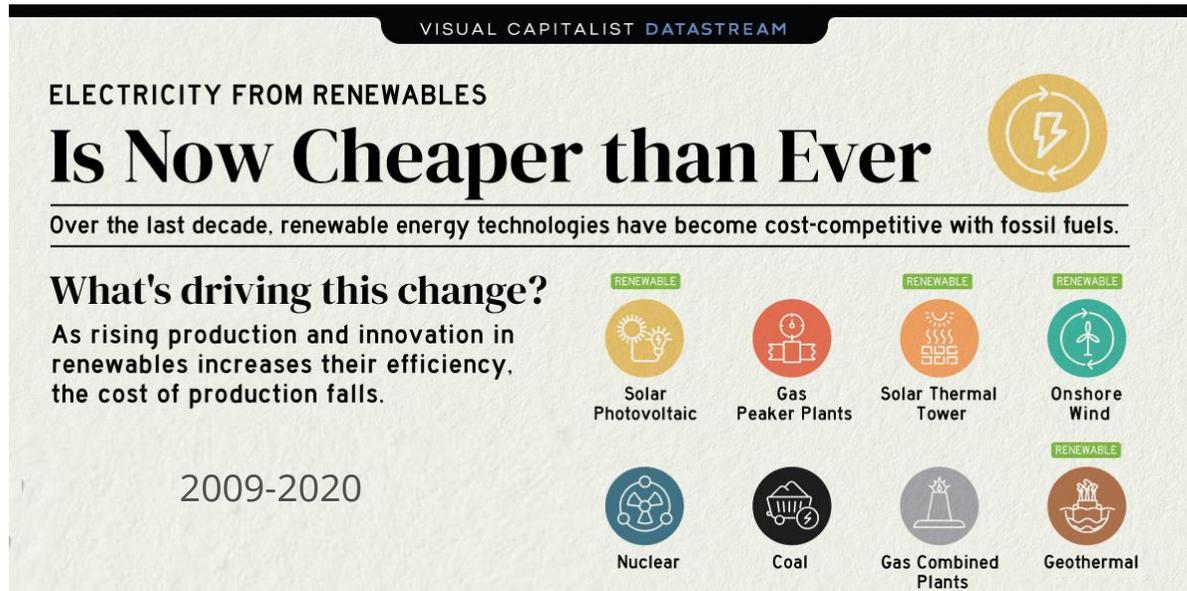


# Tomar en serio la transición energética



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



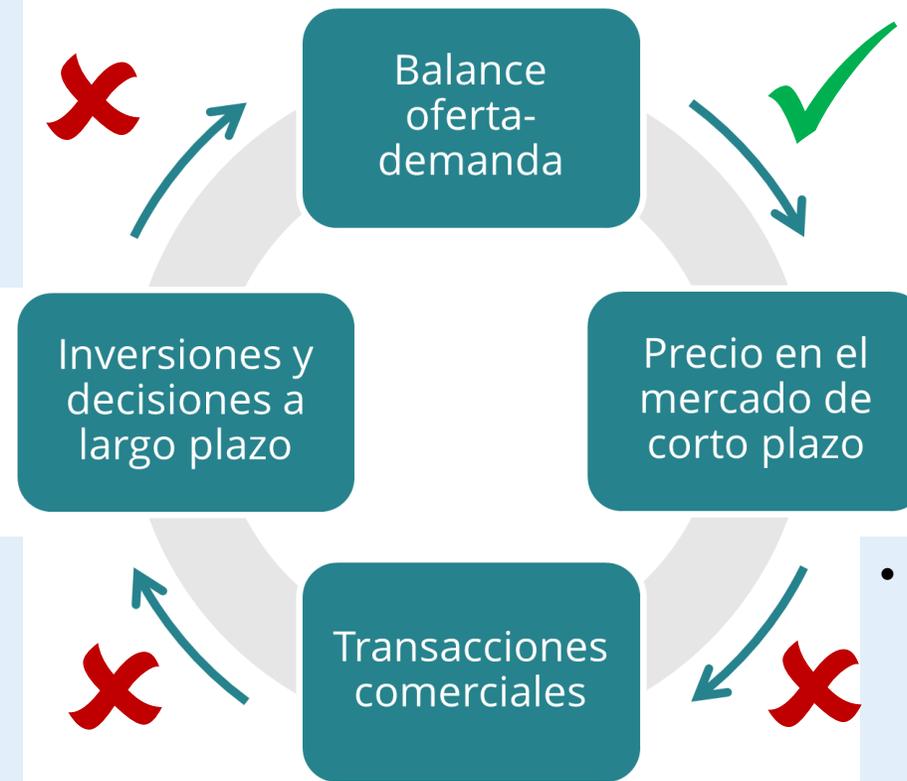
# Explorando fricciones de mercado



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?



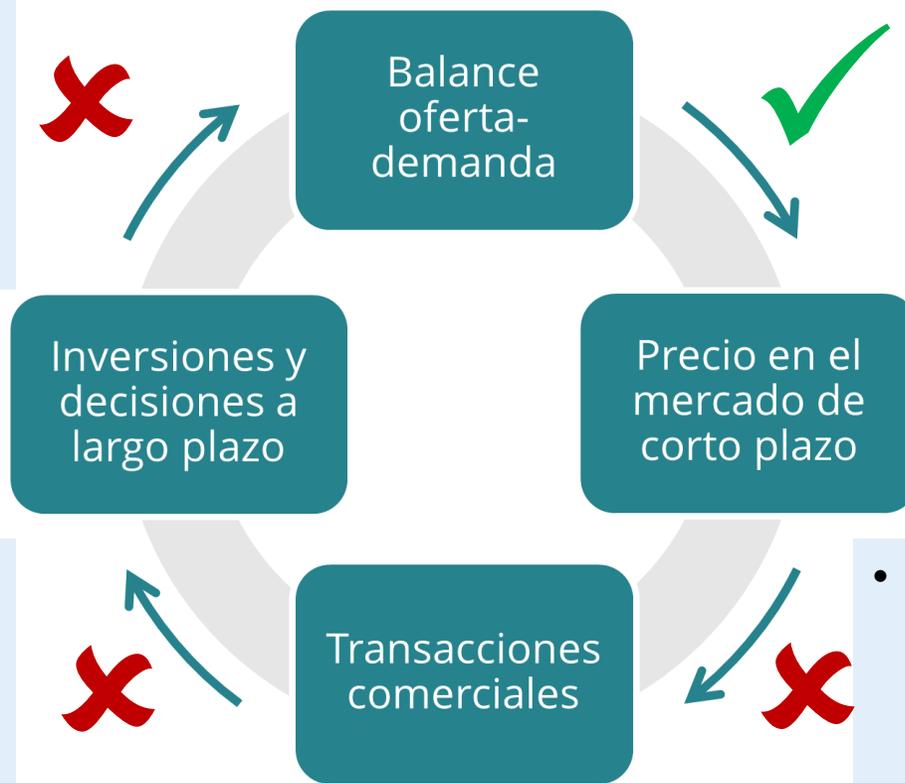
- La demanda no busca contratos de largo plazo – falta de incentivo/ iniciativa / *creditworthiness* ?

# 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](http://www.meta2formacaodepreco.com)



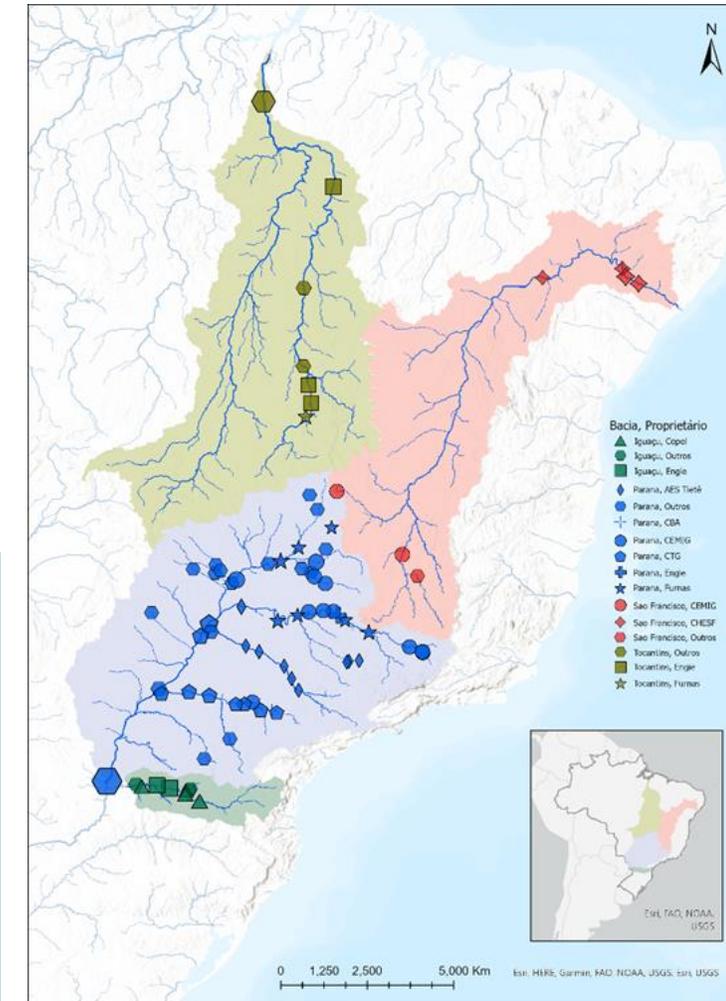
**1ª Fase: Exploração** Início: Junho 2023

---

**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](http://www.meta2formacaodepreco.com.br)



**Palestrante**

**PSR**

[gabriel@psr-inc.com](mailto:gabriel@psr-inc.com)