



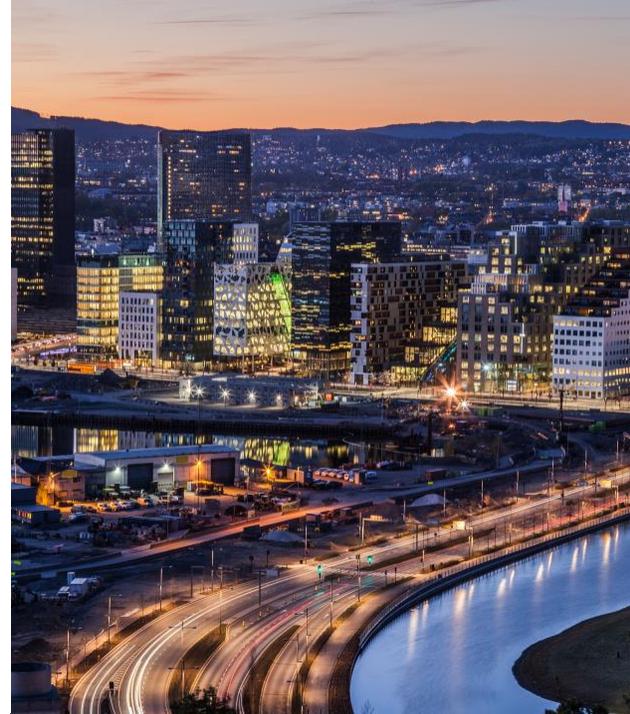
Estudio internacional sobre modelos de despacho de energía eléctrica

ACOLGEN – Presentación en el Congreso Nacional

NOVIEMBRE 2024

Agenda

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Introducción al proyecto | 3 |
| 2 | Mercado eléctrico: contexto nacional e internacional | 5 |
| 3 | Análisis de propuestas regulatorias | 9 |
| 4 | Análisis legal | 15 |
| 5 | Conclusiones | 17 |



Agenda

1	Introducción al proyecto	3
2	Mercado eléctrico: contexto nacional e internacional	5
3	Análisis de propuestas regulatorias	9
4	Análisis legal	15
5	Conclusiones	17



El Consultor propuso un alcance dividido en 4 fases principales, apoyado por su experiencia en mercado energético, derecho y regulación, internacional y nacional

METODOLOGÍA

- Fase 0** – Kick-off y coordinación del alcance previsto del trabajo + calendario indicativo con Acolgen.
- Fase 1** – Diagnóstico cualitativo del mercado eléctrico colombiano. Análisis jurídico y test de coherencia.
- Fase 2** – Revisar y analizar comparativamente las tendencias regulatorias a nivel internacional del sector eléctrico.
- Fase 3** – Análisis de impacto cualitativo y cuantitativo sobre los costes y beneficios del proyecto de regulación.
- Fase 4** – Conclusiones y recomendaciones basadas en análisis técnicos, económicos y jurídicos.

EQUIPO

El equipo del proyecto fue cuidadosamente seleccionado para ajustarse a las necesidades del cliente y del proyecto



Javier Revuelta
Lead Consultant



Álvaro Pérez
Modelling and data analysis expert



Felipe Serrano
Legal Affairs expert

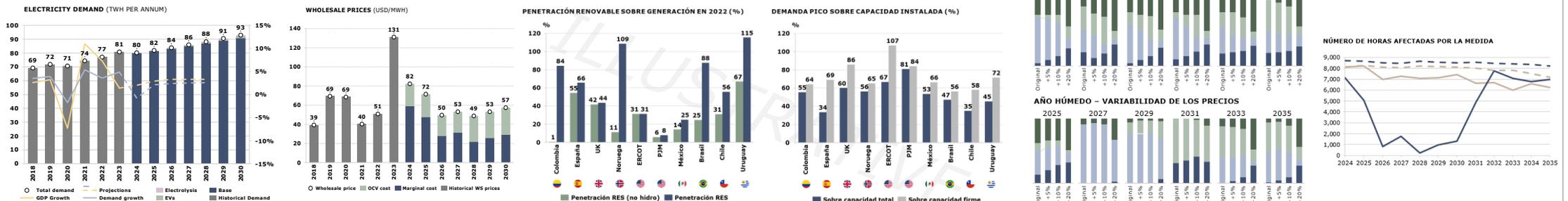


Jose Plata
Competition affairs expert

– Nuestro equipo contó con una red de expertos en áreas clave.

RESUMEN EJECUTIVO

– Los potenciales impactos en el sistema dependen de cada medida propuesta. A nivel general, las medidas de intervención del despacho de energía pueden tener un impacto en la confianza de las nuevas inversiones, en la matriz de generación y en la confiabilidad del servicio de energía. A la vez, las medidas podrían no materializarse en beneficios para la tarifa del usuario final.



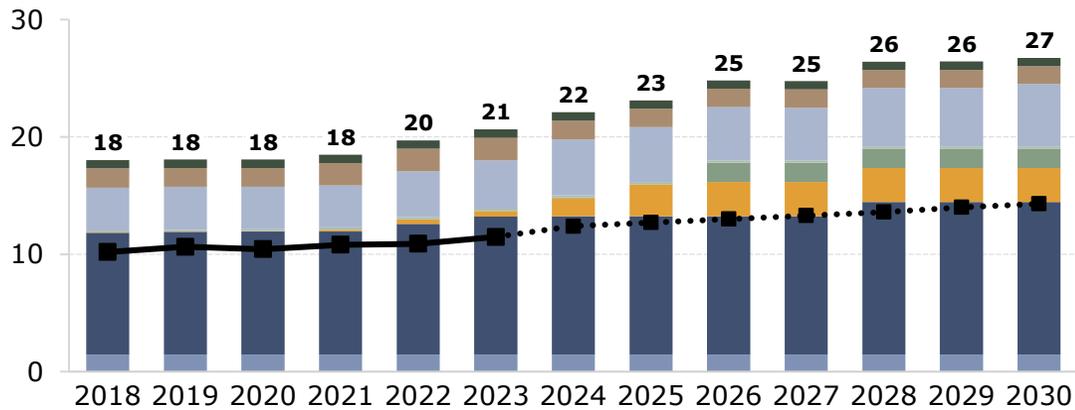
Agenda

1	Introducción al proyecto	3
2	Mercado eléctrico: contexto nacional e internacional	5
3	Análisis de propuestas regulatorias	9
4	Análisis legal	15
5	Conclusiones	17

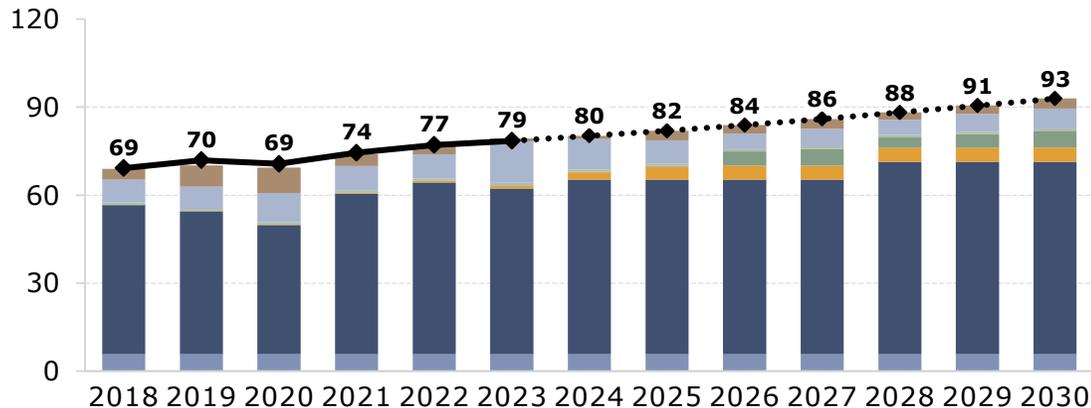


La variabilidad climática tiene un impacto sustancial en el mix de generación en Colombia, con una capacidad instalada hidráulica de más de 60%

CAPACIDAD INSTALADA VS. DEMANDA PICO (GW)



GENERACIÓN POR TECNOLOGÍA VS. DEMANDA (TWH/AÑO)



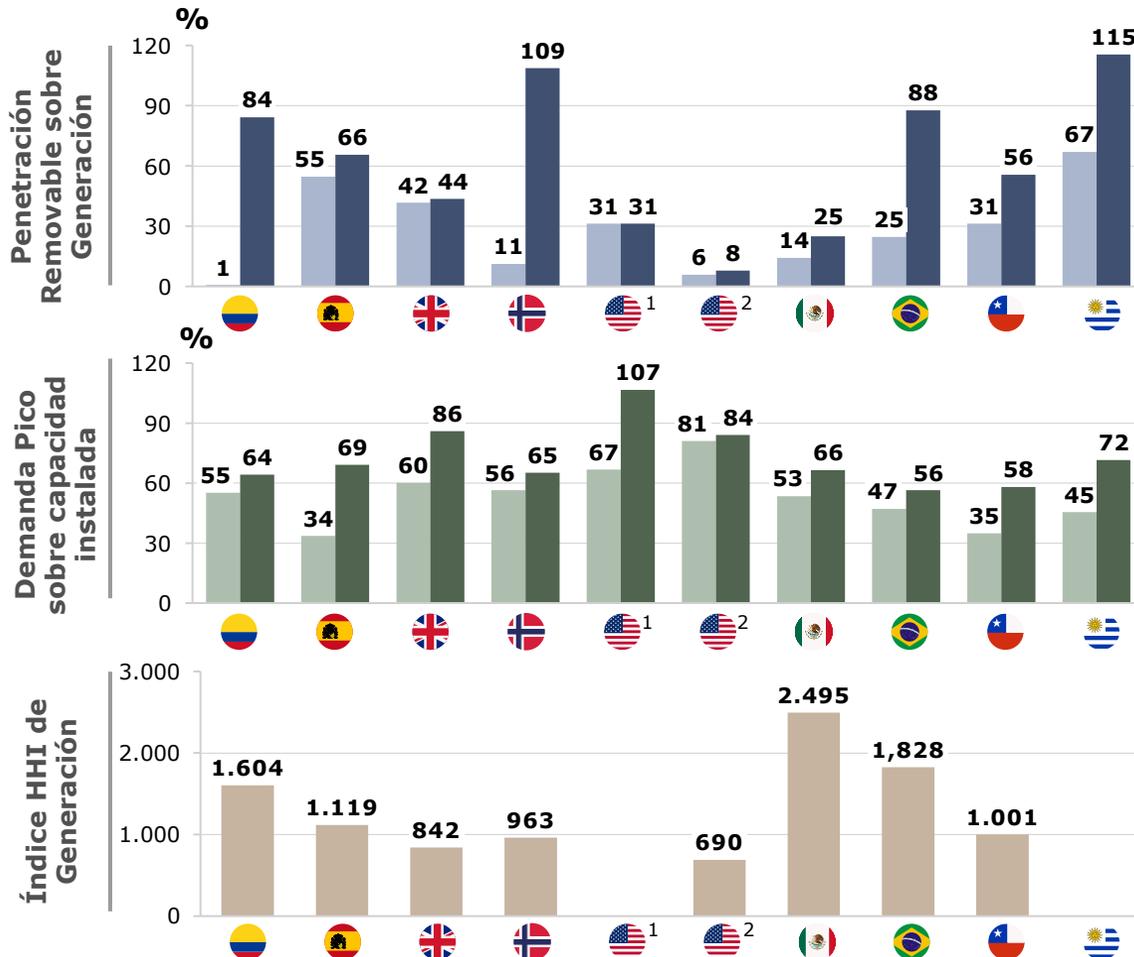
COMENTARIOS

- La demanda pico se registra entre agosto y diciembre a las 20:00 horas, alcanzando 11.7 GW en 2023. Se prevé un aumento por una mayor electrificación de la economía.
- En 2023, la capacidad instalada fue de 19.9 GW, mayormente hidroeléctrica, con la generación dividida en 74% hidráulica, 23% térmica y 3% de fuentes renovables no convencionales (FNCER).
- ‘El Niño’ reduce la generación hidroeléctrica (hasta el 50%), compensada históricamente con plantas térmicas.
- La futura integración de energía solar y eólica aporta una generación de base que puede aliviar las situaciones de escasez con ‘El Niño’. No obstante, es necesario incrementar la complementariedad con tecnologías regulables.



Proyecciones de la actualización LMQA Q4 2023 AFRY. Por consistencia presentamos el valor de generación proyectado para el año 2023.

Los países con una fuerte presencia hidráulica parten con una excelente ventaja para tener un mix más renovable



Nota: (1) ERCOT (2) PJM

No se cuenta con información disponible para el índice HHI de ERCOT y Uruguay

Penetración Renovable

Países con alta generación hidroeléctrica, como Noruega, Brasil, y Uruguay, tienen una ventaja significativa en lograr un mix energético renovable.

Colombia tiene una matriz de generación muy renovable gracias a su gran capacidad hidroeléctrica, aunque la participación de otras tecnologías renovables es limitada.

Demanda sobre capacidad

Aquellos países que tienen una penetración de renovables elevada (eólica y solar) ven muy incrementado su ratio de cobertura por la sobre instalación de capacidad renovable frente a la demanda.

En Colombia, la demanda pico representa el 55% de la capacidad total instalada. Sin embargo, la disponibilidad de energía firme depende de las condiciones hídricas, lo que afecta la seguridad del suministro.

Índice HHI

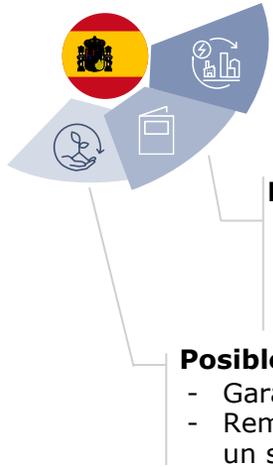
Países que liberalizaron temprano su sector eléctrico, como Reino Unido y PJM, muestran menores niveles de concentración.

Colombia tiene un índice HHI de 1,600, lo que sugiere un nivel de concentración moderado, menor que en Brasil y México, pero superior a Chile.

Penetración RES (no hidro)
 Penetración RES
 Índice HHI de Generación

Demanda sobre capacidad total
 Demanda sobre capacidad firme

Los países están implementando medidas para que la transición a un sistema mayoritariamente renovable se realice de manera eficiente y segura



Contexto Europeo y nacional

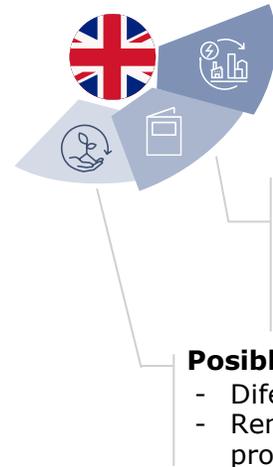
- Europa sufre una gran dependencia energética – como se demostró con la guerra de Ucrania
- Contexto de transición energética avanzado, con una penetración renovable elevada, especialmente en España.

Medidas propuestas/implementadas

- Mantener el mercado de ofertas marginalista como referencia de precio de corto plazo y mecanismo eficiente de despacho.
- Incentivar los contratos de medio/largo plazo para renovables
- Implementar un mercado de capacidad

Posible impacto de las medidas

- Garantizar los ingresos de las plantas renovables
- Remunerar la provisión de seguridad de suministro para garantizar un sistema eléctrico confiable



Contexto Europeo y nacional

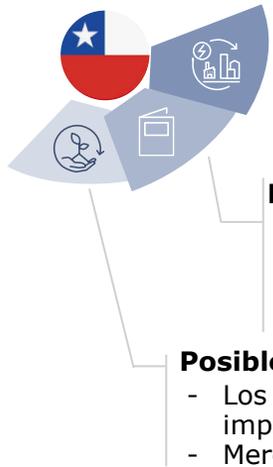
- Reino Unido comparte similitudes en su contexto energético con España y Europa
- Por el Brexit y su condición geográfica de isla, se enfrenta a un reto mayor en cuando a independencia energética

Medidas propuestas/implementadas

- Creación de mercados zonales para incentivar el desarrollo eficiente de nueva capacidad
- Refuerzo de los mercados de servicios auxiliares para incentivar las nuevas tecnologías de almacenamiento

Posible impacto de las medidas

- Diferencia de precio entre los diferentes mercados zonales.
- Remuneración adicional para aquellas tecnologías que puedan proporcionar servicios auxiliares al sistema



Contexto nacional

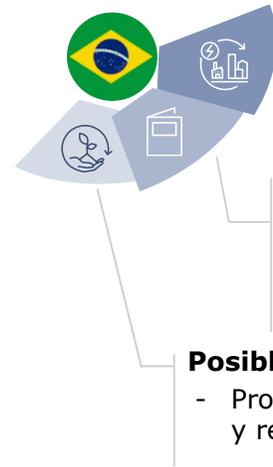
- Con el creciente despliegue de renovables y almacenamiento en forma de baterías el operador nacional encuentra dificultades para gestionar toda la información de una manera eficiente

Medidas propuestas/implementadas

- Transicionar hacia un modelo de despacho de ofertas.
- Implementar medidas de mitigación de poder de mercado, especialmente en los mercados de servicios auxiliares donde la liquidez de mercado es menor

Posible impacto de las medidas

- Los agentes determinan el coste de producción, y pueden implementar el coste de oportunidad del almacenamiento.
- Mercado de servicios auxiliares más competitivo



Contexto nacional

- Proceso de liberalización del sistema eléctrico y de privatización de empresas estatales energéticas.
- Despliegue importante de tecnologías renovables, eólica y solar

Medidas propuestas/implementadas

- Precios nodales/locales con mayor granularidad que las 4 zonas actuales. Mercado con granularidad horaria en lugar de semanal.
- Transicionar a un mercado basado en ofertas

Posible impacto de las medidas

- Proporcionar señales eficientes para la localización de la generación, y recoger la variabilidad temporal de la capacidad renovable

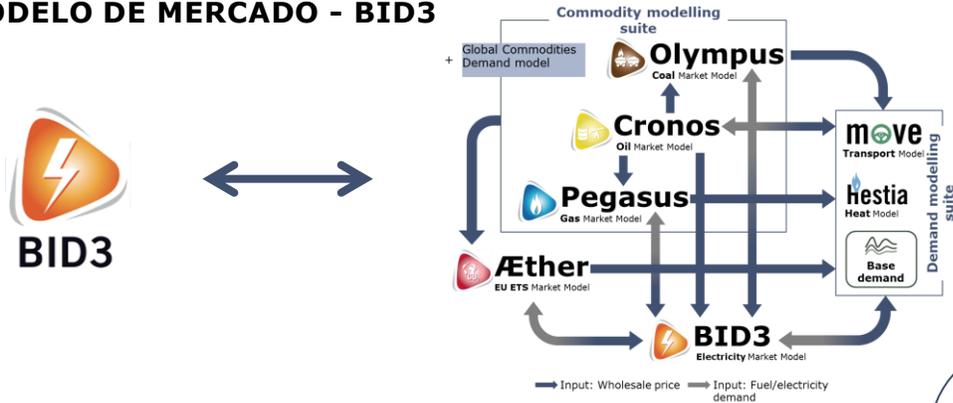
Agenda

1	Introducción al proyecto	3
2	Mercado eléctrico: contexto nacional e internacional	5
3	Análisis de propuestas regulatorias	9
4	Análisis legal	15
5	Conclusiones	17



El Consultor ha desarrollado diferentes escenarios meteorológicos para analizar el efecto de las reformas, utilizando su propia herramienta de modelado de mercado

MODELO DE MERCADO - BID3



OUTPUTS - ANÁLISIS



1. Impacto en precios

Se analizará el impacto de cada medida sobre el precio de bolsa, de acuerdo con las hipótesis del Consultor, y sobre el escenario Central de AFRY



2. Impacto en el despacho

Para aquellas medidas que puedan tener un impacto sobre el mix de generación o el despacho diario, se analizará el potencial impacto de cada medida



3. Valoración cualitativa

Finalmente, se realizará una valoración cualitativa sobre el potencial impacto de cada medida

INPUTS - AFRY ESCENARIO CENTRAL



AFRY Escenario Central



Proyecciones horarias hasta 2035

PATRONES CLIMÁTICOS



Patrones secos

E.g., 2015-2016

Patrones húmedos

E.g., 2017, 2021



De acuerdo con Acolgen, se analizaron 9 propuestas que podrían afectar al mercado eléctrico en Colombia

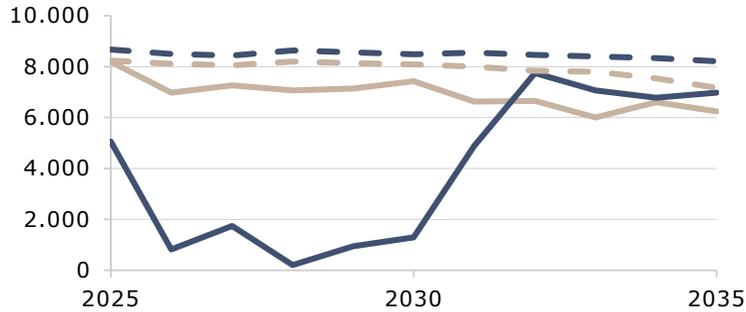
<p>1 – RES 701 049/24</p> <p>Intervención de la bolsa – oferta marginal hidro:</p> <p>Cuando la hidráulica sea la tecnología marginal, se intervendrá la oferta, sustituyéndose por la última oferta casada de una planta térmica</p>	<p>2 – RES 701 028/23</p> <p>Intervención de la bolsa – precio máximo de bolsa:</p> <p>Se define un precio de bolsa nacional ajustado (PBNA) en COP532/kWh</p> <p>En el momento que el precio de bolsa nacional (PBN) supere el PBNA, el PBN será igual al PBNA</p>	<p>3 – RES 701 030/23</p> <p>Mínimos operativos:</p> <p>Remunerar los min. op. de las hidroeléctricas, al menor valor entre el MPO y el MC que se calcula con base en el precio de los contratos en el mercado</p>	<p>4 – RES 143/21 – PLANTAS MENORES</p> <p>Reducir límite para plantas menores de 20MW a 5MW:</p> <p>Las plantas entre 5MW y 20MW (PNDC) pasan a formar parte del despacho central, pasando a estar sujetas a la devolución del CERE de acuerdo con su ENFICC</p>	<p>5 – REGULACIÓN CAUDAL AMBIENTAL</p> <p>Nuevos valores de Caudal Ambiental:</p> <p>En 2018, el Ministerio de Ambiente expidió una propuesta de Guía de Cálculo del Caudal Ambiental</p> <p>AFRY analiza esta reforma modelando un aumento del 5%, 10% y 20%</p>
<p>6 – RES 143/21 – MITIGACIÓN PODER</p> <p>Mitigación de poder de mercado ex-ante:</p> <p>Pruebas de pivotalidad y conducta. La oferta de agentes pivotaes se compara con una referencia que se calcula con el precio de bolsa (no térmicas) o con los costos variables reportados (térmicas)</p>	<p>7 – RES 143/21 – MERCADO INTRADIARIO</p> <p>Incorporación de mercados intradiarios:</p> <p>Tres sesiones de despacho intradiarias</p> <p>En cada sesión se realiza el despacho factible (restricciones de red) y el despacho de precio (orden de mérito)</p>	<p>8 - DESPACHO DE COSTOS</p> <p>Cambio de despacho de ofertas a costos:</p> <p>El gobierno ha expresado la intención de que el despacho de energía eléctrica se haga con base en costos</p> <p>No se ha emitido una normativa específica para producir un cambio en el modelo de despacho</p>	<p>9 – RES 133/21</p> <p>Modificar la asignación de OEF:</p> <p>Subasta para la asignación de OEF a plantas existentes fijando como precio máximo el precio de cierre de la última asignación de CxC</p> <p>Se aplica si la ENFICC de las plantas existentes es superior al 102% de la demanda objetivo</p>	

ENFICC: Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad | OEF: Obligación de Energía Firme | MPO: Máximo Precio de Oferta | MC: precio de los contratos
 CERE: Costo Equivalente Real de la Energía | PNDC: Plantas No Despachadas Centralmente

Se analizó el impacto de las propuestas sobre los distintos aspectos del mercado colombiano, mediante análisis cuantitativos y cualitativos

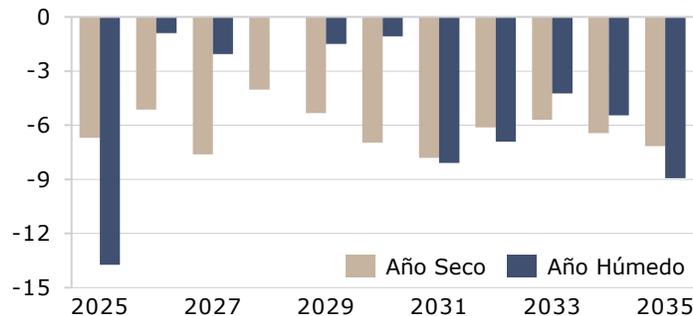
1 - RES 701 049/24

Nº DE HORAS AFECTADAS POR AÑO



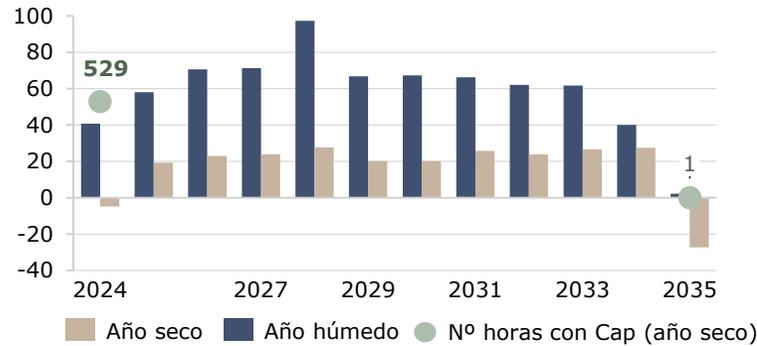
- Húmedo: Nº horas afectadas
- Húmedo: Nº horas hidro marginal
- Seco: Nº horas afectadas
- Seco: Nº horas hidro marginal

DIFERENCIA PRECIO DE BOLSA (USD/MWH)



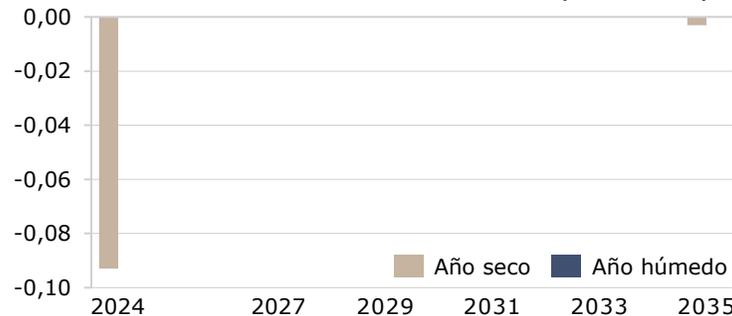
2 - RES 701 028/23

DIFERENCIA PRECIO MÁX - CAP (USD/MWH)



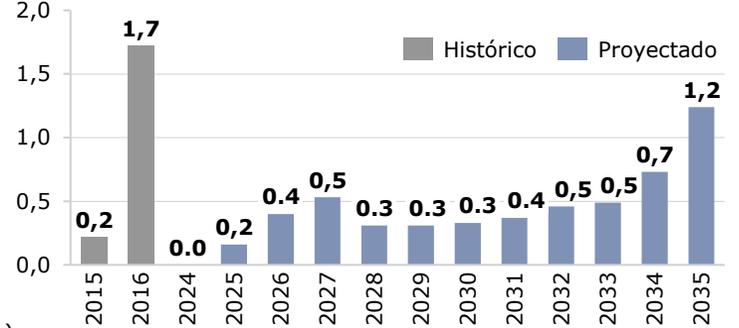
- Prácticamente no se observa efecto de esta medida sobre los precios medios de bolsa.

DIFERENCIA PRECIO DE BOLSA (USD/MWH)



3 - RES 701 030/23

% HORAS CON HIDRO < 2GWH

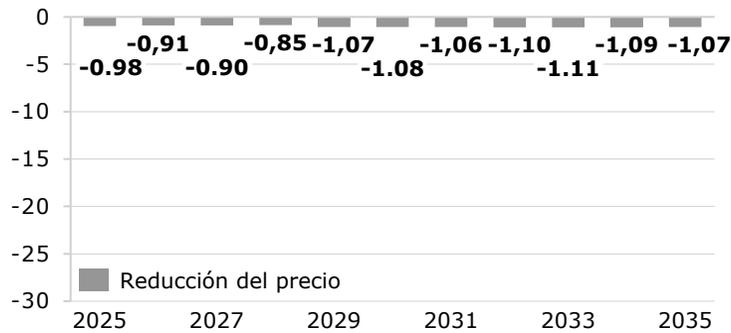


- El mín. op. agregado de las plantas hidroeléctricas puede encontrarse entre 400MW y cerca de 1,000MW¹.
- No hay ningún caso de los años modelados en que la generación hidroeléctrica sea igual o inferior que el mínimo operativo.
- El impacto que se prevé en posibles ahorros para el usuario final es limitado. No obstante, esta medida de intervención podría afectar a las rentas infra marginales.

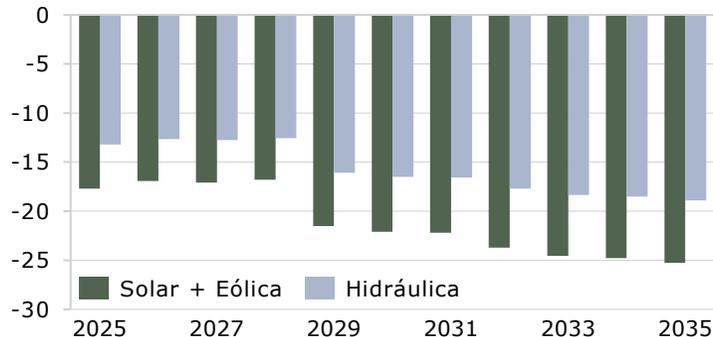
Se analizó el impacto de las propuestas sobre los distintos aspectos del mercado colombiano, mediante análisis cuantitativos y cualitativos

4 - RES 143/21 - PLANTAS MENORES

IMPACTO EN PRECIO DE BOLSA (USD/MWH)



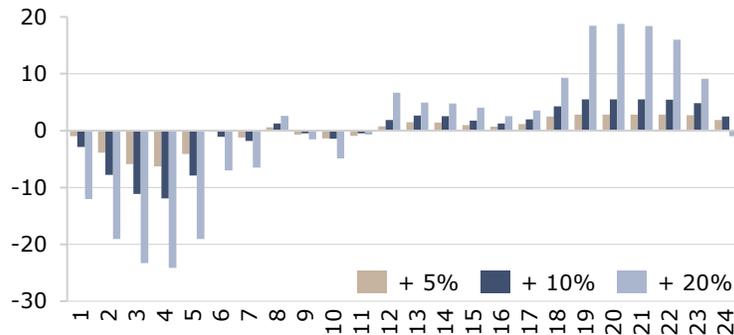
IMPACTO EN LA REMUNERACIÓN DE LAS PLANTAS MENORES (USD/MWH)



5 - REGULACIÓN CAUDAL AMBIENTAL¹

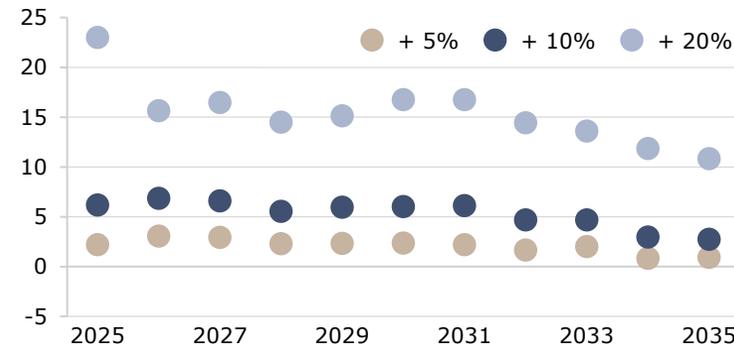
IMPACTO EN PRECIO MEDIO HORARIO²

Precio Medio Horario - Precio Medio Anual (USD/MWH)



IMPACTO EN VARIABILIDAD DE PRECIO³

Diferencia en Desviación Estándar (USD/MWH)

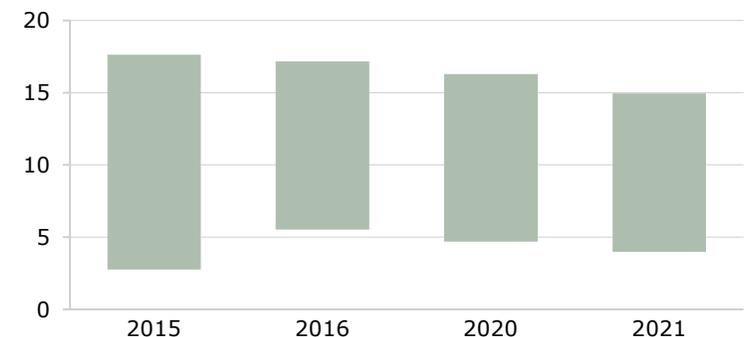


6 - RES 143/21 - MITIGACIÓN PODER

HORAS DE APLICACIÓN DE LA MEDIDA (%)

Año	Prueba de pivotalidad positiva	Mitigación de ofertas	Cambios en el precio de bolsa
2015	10%	9%	5%
2016	3%	2%	0.9%
2020	1%	1%	0.9%
2021	0.1%	0.1%	0.05%

REDUCCIÓN DEL PRECIO DE BOLSA PARA LAS HORAS DE APLICACIÓN (%)



(1) Resultados para el caso de año meteorológico Seco | (2) Diferencia entre el precio medio en cada hora con respecto al precio medio anual | (3) Diferencia de la desviación estándar de los precios en los casos de modificación del caudal ambiental, con respecto a la desviación estándar original

Se analizó el impacto de las propuestas sobre los distintos aspectos del mercado colombiano, mediante análisis cuantitativos y cualitativos

7 - RES 143/21 - MERCADO INTRADIARIO

SOFISTICACIÓN



La implementación de mercados intradiarios impulsa la sofisticación del mercado eléctrico, una necesidad creciente con la integración de proyectos renovables.

PRECISIÓN



Estos mercados permiten gestionar desviaciones de manera competitiva, utilizando mejor información en cada sesión para la oferta y la demanda

SERVICIOS COMPLEMENTARIOS



Se favorece la formación eficiente de precios para servicios complementarios, sin que se espere un impacto significativo en el precio de bolsa, según experiencias internacionales.

8 - DESPACHO DE COSTOS

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES



Chile está discutiendo la transición a un esquema de ofertas, ya que un modelo basado en costos es menos eficiente y no incentiva adecuadamente nuevas inversiones.

HIDRO - COSTE DE OPORTUNIDAD



En Colombia, dado el papel crucial de las hidroeléctricas, un modelo basado en costos podría complicar la gestión óptima del agua, dificultando el cálculo del coste de oportunidad, especialmente durante sequías.

INTEGRACIÓN RES - COMPLEJIDAD



Con el crecimiento de nuevos proyectos renovables, la cantidad de información para un cálculo centralizado de costos aumentaría, incrementando la complejidad y el riesgo de ineficiencia.

9 - RES 133/21

DISPARIDAD DE REMUNERACIÓN



La propuesta sugiere que las plantas nuevas reciban una remuneración mayor que las plantas existentes por su energía firme, a pesar de que ambas ofrecen el mismo servicio al sistema.

DESINCENTIVO DEL MANTENIMIENTO



Esto podría desincentivar el mantenimiento de plantas existentes al final de su periodo de remuneración, incentivando la construcción de nuevas plantas en lugar de optimizar las existentes.

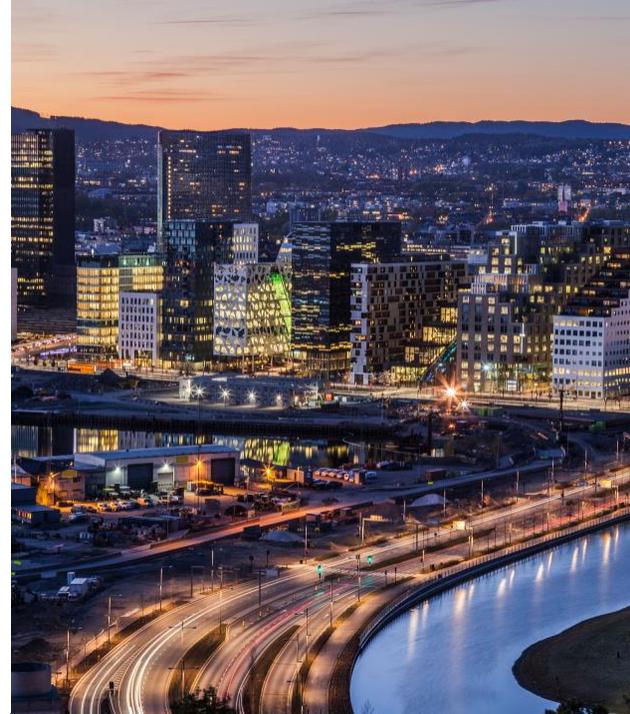
SISTEMA INEFICIENTE



La medida podría no eliminar plantas ineficientes y, en cambio, afectar negativamente a las plantas eficientes con altos costos fijos, lo que podría generar ineficiencias y aumentar los costos para el sistema y los usuarios.

Agenda

1	Introducción al proyecto	3
2	Mercado eléctrico: contexto nacional e internacional	5
3	Análisis de propuestas regulatorias	9
4	Análisis legal	15
5	Conclusiones	17

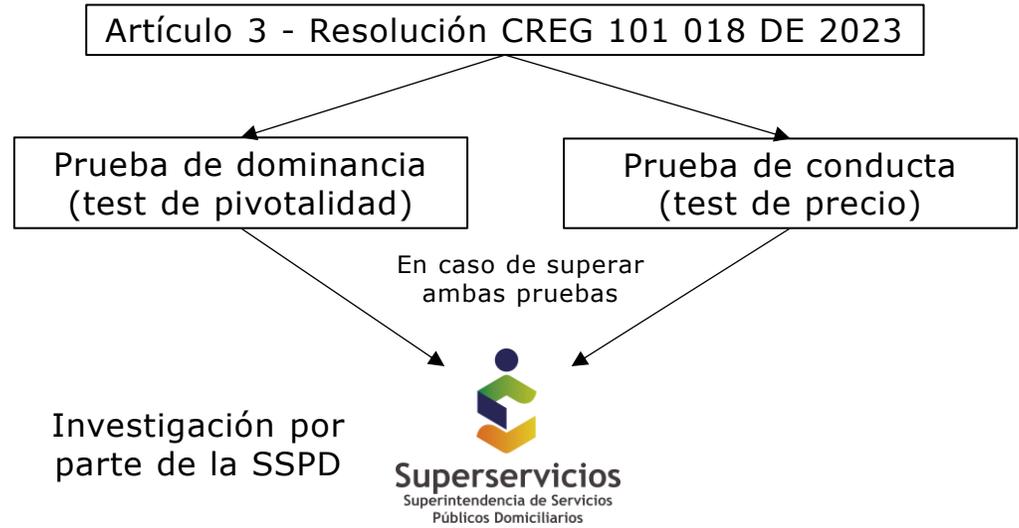


Escenarios de intervención en el mercado mayorista – Análisis comparado



COLOMBIA

El legislador habilitó al regulador para intervenir en la libre competencia respecto de circunstancias y agentes específicos frente al riesgo de **abuso de posición dominante** (Art. 88 Ley 142 de 1994).



Investigación por parte de la SSPD

Proyecto de Resolución CREG 143 DE 2021

Ante el riesgo de abuso de posición dominante



Medidas de mitigación ex ante

Ajuste de ofertas en tiempo real



CHILE



Medidas de mitigación de poder de mercado

Subastas de SSCC: Ofertas sujetas a valores máximos

Para agentes pivotaes, si sus ofertas están por encima del costo de desgaste teórico sus ofertas son descartadas

Estudios sobre reforma del mercado, sugieren la implementación de medidas de mitigación Ex-ante.

ERCOT



Medidas de mitigación de poder de mercado

El Monitor Independiente del mercado (IMM) evalúa el ejercicio de poder de mercado mediante retención de ofertas.



Cuando se evidencia poder de mercado, ERCOT en tiempo real implementa un mecanismo para mitigar las ofertas de recursos necesarios para resolver restricciones.

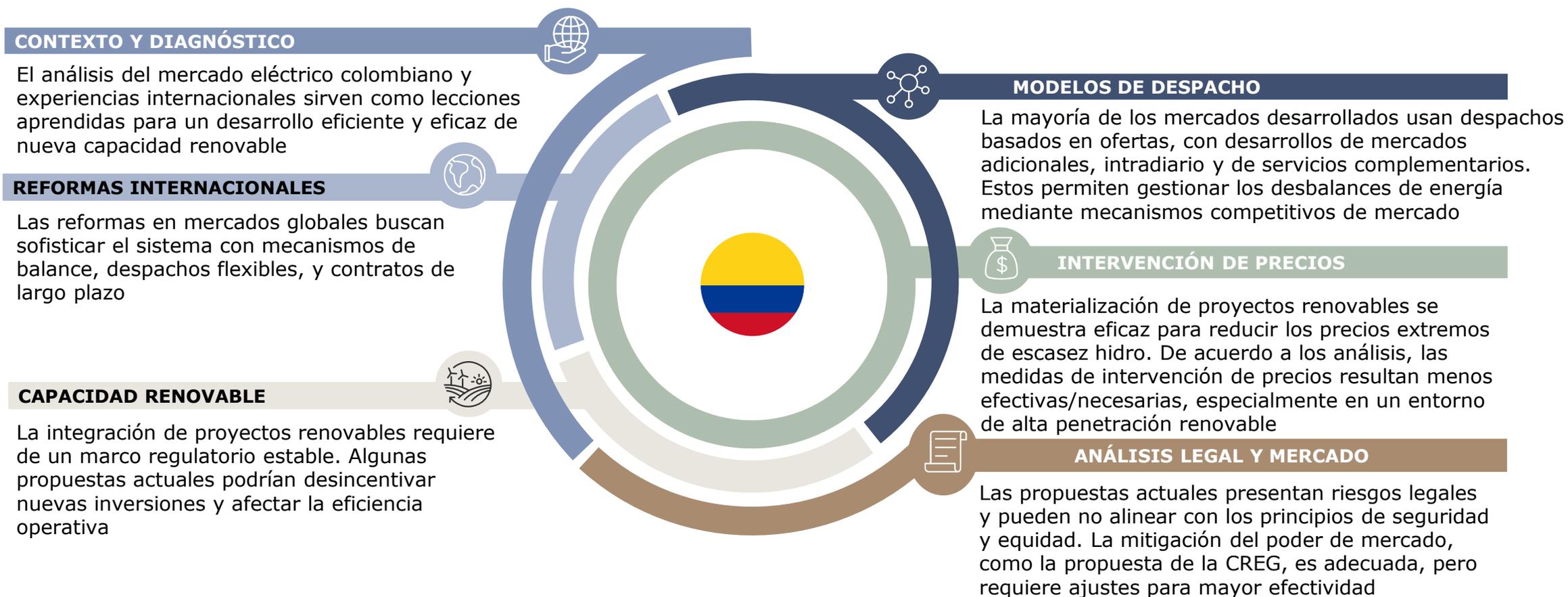
Agenda

1	Introducción al proyecto	3
2	Mercado eléctrico: contexto nacional e internacional	5
3	Análisis de propuestas regulatorias	9
4	Análisis legal	15
5	Conclusiones	17



CONCLUSIONES

Las experiencias internacionales pueden servir de lecciones aprendidas para una implantación de renovables eficiente y eficaz



Making Future