

Comité de Estudios C5 – Mercados de electricidad y regulación**ANÁLISIS DE LOS ALTOS PRECIOS EN EL MERCADO DE ENERGÍA MAYORISTA COLOMBIANO: CAUSAS, CONSECUENCIAS Y ESTRATEGIAS REGULATORIAS****Juan Gerónimo Villarreal Montoya****XM****Colombia****jvillarreal@xm.com.co**

Resumen – Este artículo presenta un análisis amplio de los altos precios en el mercado de energía mayorista colombiano, especialmente durante el fenómeno del Niño en 2024. Se examinan las causas principales de estos altos precios, incluyendo eventos climáticos extremos, retrasos en proyectos de expansión de generación y transmisión, y la falta de mecanismos efectivos de participación activa de la demanda. Además, se evalúan las consecuencias de los altos precios, como la insuficiente oferta de energía a precios eficientes, la implementación de medidas regulatorias a corto plazo que sacrifican el largo plazo, y el impacto en la economía de los hogares y las empresas comercializadoras de energía. El artículo también analiza las medidas regulatorias implementadas durante el fenómeno del Niño en 2024 y propone estrategias para hacer más resiliente el mercado de energía colombiano como: un impuesto sobre altas rentas inframarginales y la modernización del mercado mayorista.

Palabras clave: Mercado de electricidad – Regulación – Precios altos de electricidad – Contratos de largo plazo de energía – Formación de precios de electricidad

1 INTRODUCCIÓN

En Colombia la matriz de capacidad de energía eléctrica está compuesta por un 63% hidráulica, 28% térmica y 9% solar. En periodos climáticos normales, la generación hidráulica aporta hasta un 80% de la electricidad para abastecer el país, la solar un 5% y la térmica el 15% restante. Sin embargo, en periodos de sequía, como el observado en el 2024 por el fenómeno del Niño, la energía hidráulica aporta solamente el 50% de la electricidad del país y la térmica debe respaldar entregando un 45% de la energía sumado al aporte de 5% de la energía solar.

Además, la demanda de electricidad en Colombia crece a un ritmo de 3.5% anual lo que hace urgente la materialización de los proyectos de expansión de generación y transmisión para poder brindar la confiabilidad necesaria al sistema, principalmente ante eventos climáticos extremos.

Por lo anterior, la oferta de electricidad en Colombia se ha mostrado vulnerable en periodos de sequía (caso fenómeno del Niño 2024) lo que finalmente se traduce en precios elevados de electricidad en la bolsa (mercado de corto plazo) y en los contratos de energía (mercado de largo plazo). Como muestra de esto, el precio ponderado de bolsa en 2023 y 2024 se sitúa en 630 COP/kWh (158 USD/MWh) y es más del doble de los precios de bolsa de los años 2017 a 2022. Por su parte en los contratos de largo plazo, los contratos negociados en el 2024 y que están siendo despachados en el 2024 se cerraron a un precio ponderado de 442 COP/kWh (110 USD/MWh), este precio es un 35% mayor a los precios del 2023 y un 56% mayor a los del 2022. Esta elevación de precios es mayor a la inflación que se ha registrado en Colombia, la cual en el 2024 cerró en 5.2% y la del 2023 que cerró en un 9.3%.

Estos balances de oferta-demanda y los precios que se forman en el Mercado de Energía Mayorista (MEM) se trasladan a los usuarios finales, a través de las reglas establecidas por el regulador, teniendo un impacto significativo en la economía de los hogares colombianos.

Por lo anterior este artículo muestra un análisis amplio de las causas y consecuencias de los altos precios en el Mercado de Energía Mayorista Colombiano y que estrategias regulatorias han sido tomadas y cuales son necesarias para obtener precios eficientes y mitigar el riesgo de tener un racionamiento de energía o la bancarrota por parte de múltiples empresas de energía que desencadenen un impacto sistémico al mercado.

2 PRECIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA

En esta sección se presenta un análisis de los precios de la energía eléctrica y 4 gráficos que ilustran los análisis realizados. Los datos utilizados están con corte al 31 de diciembre de 2024 y están disponibles a través de los portales de información públicos [SIMEM](#) [1] y [SINERGOX](#) [2]. Los portales son administrados por el operador del mercado XM y sus datos son de uso libre, sin licencia y sin restricciones. En esta sección se ilustran las causas y consecuencias de los altos precios en el mercado de energía mayorista.

2.1 Causas que producen altos precios de la energía eléctrica en Colombia

A continuación, se resaltan los factores más relevantes que impactan la formación de precios en el MEM en Colombia.

2.1.1 Eventos Climáticos Extremos (Fenómeno del Niño)

La generación de energía eléctrica en Colombia proviene normalmente en un 80% de la fuente hidráulica, por lo tanto, la oferta de energía depende en gran medida de los niveles de los embalses y de los aportes hídricos (lluvias). La Fig. 1 muestra el comportamiento del precio de bolsa, de los aportes hídricos y del nivel agregado de los embalses en Colombia de los últimos 4 años de forma diaria.

En la Fig. 1 se puede apreciar una correlación inversa entre los aportes hídricos y el nivel del embalse contra los precios en la bolsa de energía. En particular, en el periodo de septiembre 2023 a abril 2024 se ilustra que los aportes y los embalses disminuyeron hasta alcanzar mínimos históricos produciendo una respuesta del mercado con un precio de bolsa alto.

Posteriormente en los meses de agosto y septiembre de 2024 disminuyeron fuertemente los aportes hídricos, contrario a las expectativas del mercado, ocasionando que la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) declarara la situación de riesgo de desabastecimiento y activara el mecanismo para el sostenimiento de la confiabilidad denominado “Estatuto para situaciones de riesgo de desabastecimiento”

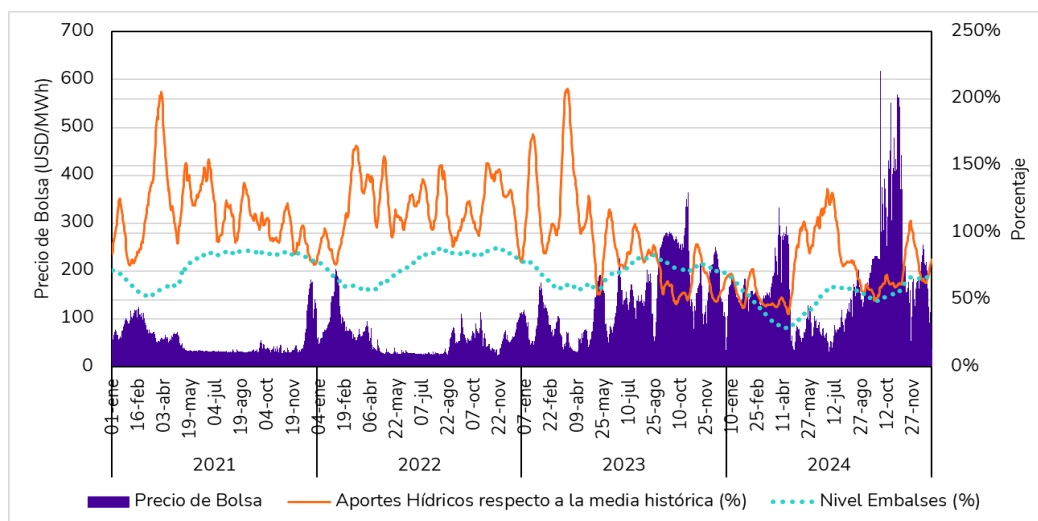


Fig. 1. Precio de bolsa vs aportes hídricos y el nivel de los embalses.

El estatuto de desabastecimiento junto con las condiciones hidrológicas de septiembre y octubre de 2024

produjeron una subida fuerte en el precio de bolsa alcanzando máximos históricos.

Ahora bien, en la Fig. 2 se muestra el comportamiento del precio de bolsa y el precio de contratos en los últimos 10 años en el MEM colombiano. En la imagen se ilustra que los periodos 2015-2016, 2019-2020 y 2023-2024 donde hubo fenómeno del Niño se tuvo un precio de bolsa mayor que el de contratos. En los periodos 2015-2016 y 2023-2024 se tuvieron precios de bolsa 2 veces mayores al precio de contratos. En el caso 2019-2020 el precio de bolsa no alcanzó niveles más altos por la reducción de la demanda a causa de la pandemia del Covid 19.

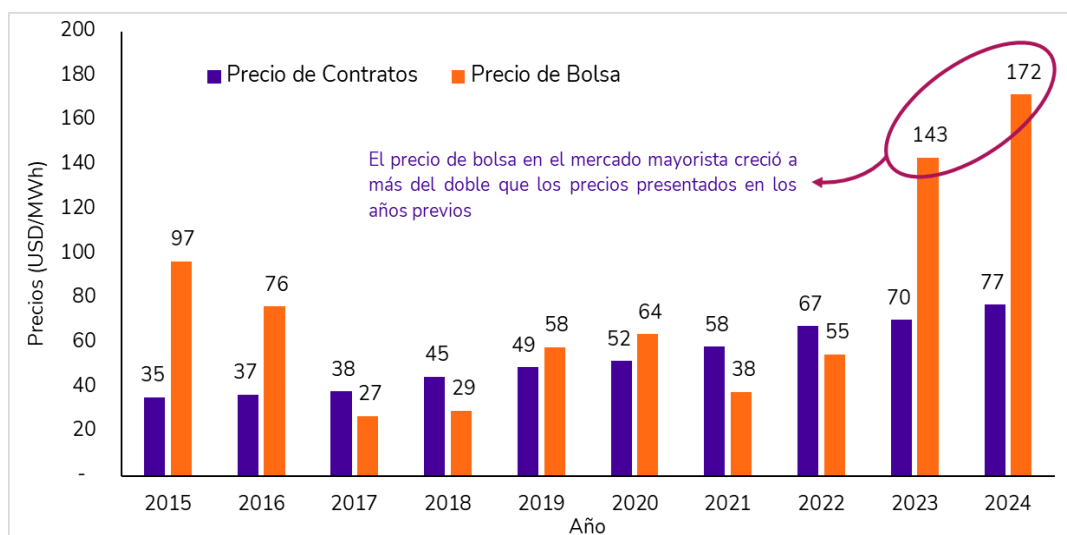


Fig. 2. Precios de la energía en bolsa y en contratos.

En los últimos 10 años el crecimiento anual promedio en el precio de los contratos ha sido de 9.26%, mientras que en bolsa ha sido de 26.91%. Un factor relevante en el crecimiento de los precios de contratos de energía eléctrica son los indicadores macroeconómicos como el Índice de Precios del Productor (IPP) y el Índice de Precios del Consumidor (IPC) teniendo en cuenta que los precios están indexados con la variación de estos índices.

Finalmente, los eventos climáticos extremos muestran ser una de las causas principales que impactan los precios de la energía eléctrica. Asimismo, el mercado eléctrico colombiano se ha mostrado vulnerable ante eventos de sequía como lo es el fenómeno del Niño.

2.1.2 Retraso en la entrada de los proyectos de expansión de generación y transmisión.

Uno de los factores críticos que impactan los precios de la energía eléctrica en Colombia es el retraso en la ejecución de proyectos de expansión de generación y transmisión. Estos proyectos son esenciales para aumentar la capacidad del sistema eléctrico y garantizar un suministro confiable de energía.

Diversos obstáculos, como la demora en la obtención de licencias ambientales, problemas legales y administrativos, y dificultades en la financiación, han provocado retrasos significativos en la implementación de estas iniciativas. Estos retrasos limitan la capacidad del sistema para responder a la creciente demanda de electricidad, especialmente en periodos de alta demanda o condiciones climáticas extremas.

En particular, casos como el proyecto de transmisión de Colectora, con un retraso de más de 3 años, que conectará potencialmente 2.3 GW de capacidad de varios parques eólicos en la Guajira con el interior del país, han afectado fuertemente las condiciones del mercado. Adicionalmente, proyectos de transmisión de 500 kV como Proyectos Norte y Sogamoso son necesarios para brindar confiabilidad y flexibilidad al suministro de energía del área de Bogotá y sus alrededores.

2.1.3 Ausencia de mecanismos para la participación activa de la demanda

Durante el fenómeno del Niño de 2024, se implementó en Colombia un mecanismo de Respuesta de la Demanda (RD) que remunerara la reducción en el consumo diario de energía. Este mecanismo tiene una gran oportunidad para evolucionar y remunerar desconexiones horarias, especialmente en las horas de precios pico, como las horas 18, 19 y 20.

En la Fig. 3 se muestran los precios promedio horarios de la energía tanto en bolsa como en contratos para el año 2024. Es destacable que el precio de bolsa en las horas 18, 19 y 20 son un 45% mayor que en las horas valle, similar al comportamiento de la demanda de electricidad. Por otro lado, los precios horarios de los contratos de largo plazo no reflejan esta diferencia de precio, mostrando una curva plana.

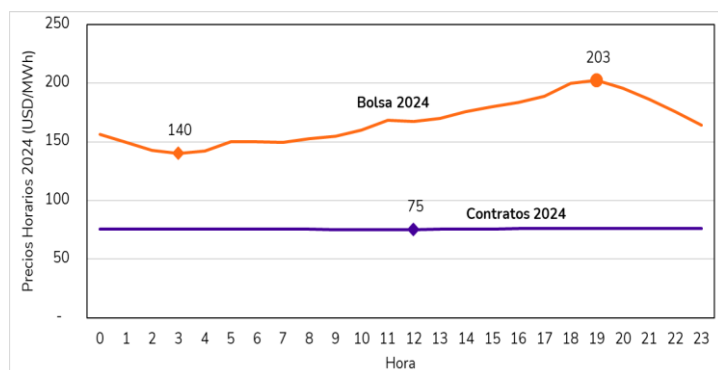


Fig. 3. Precios horarios de la energía en bolsa y en contratos.

Esto evidencia la necesidad de mecanismos que incentiven económicamente la desconexión de carga en las horas pico 18, 19 y 20. Además, es necesario que la señal de precios en las horas pico se refleje en los precios de los contratos para trasladarlo a la tarifa y lograr que los usuarios finales desplacen la demanda de las horas pico, aplanando los perfiles de consumo y disminuyendo los precios en la bolsa de energía.

La alta penetración de energía renovable es otro factor importante que incrementa el precio en las horas pico y profundiza la diferencia de precio entre las horas pico y el resto del día [3]. La Fig. 4 muestra el costo adicional, que corresponde a la diferencia de los promedios de precio entre las horas pico y el resto del día, en relación con la penetración de energías renovables solar y eólica.

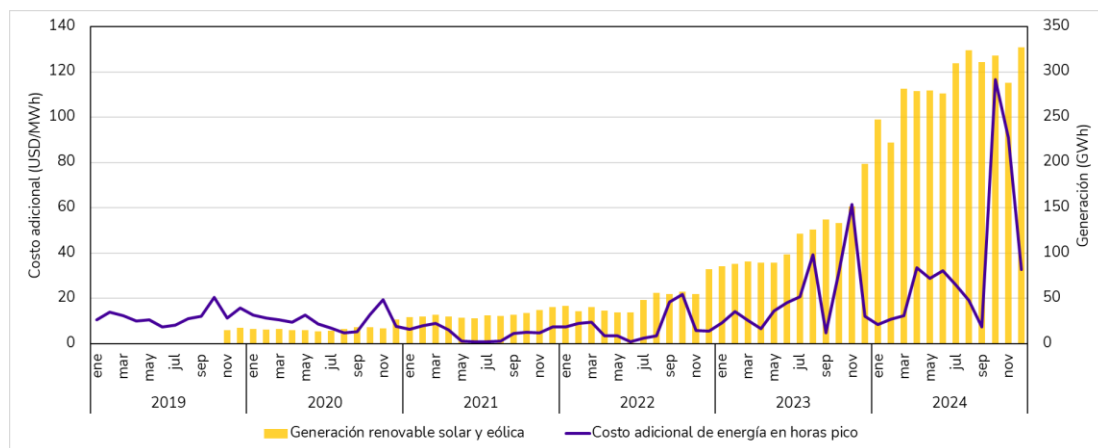


Fig. 4. Costo adicional de la energía en horas pico ante la penetración de fuentes renovables.

Así, entre las causas relevantes que ocasionan precios altos y picos en la bolsa de energía se encuentran la ausencia de mecanismos efectivos de participación activa de la demanda, el crecimiento de la demanda de energía y la alta penetración de generación solar y eólica, que se espera siga creciendo para 2027, pasando del 9% al 40% en la matriz de capacidad de Colombia.

2.1.4 Mayor liquidez en los mecanismos de contratación

Otro factor importante que impacta los precios de la energía eléctrica es la eficiencia y competencia de los mecanismos de cubrimiento y de contratación de energía disponibles para las empresas comercializadoras. En Colombia actualmente existen diferentes mecanismos para la contratación de energía eléctrica como son SICEP, Derivex, negociaciones bilaterales para el mercado no regulado, entre otros.

A través del SICEP (Sistema Centralizado de Convocatorias Públicas) se organizan convocatorias públicas para la compra de energía eléctrica destinada a satisfacer la demanda de los usuarios. Es un mecanismo que está disponible desde el 2020 y ha funcionado muy bien para la compra de energía, sin embargo, no se ha alcanzado la liquidez y flexibilidad deseada en las compras de energía para el mercado regulado.

Adicionalmente, se encuentra Derivex como un mecanismo de cobertura para transacciones de energía a través de contratos futuros. Al cierre del 2024 esta iniciativa no ha alcanzado la liquidez necesaria para ser atractiva a los comercializadores y generadores de energía. Es importante incentivar este tipo de mecanismos que fortalecen la competencia y transparencia en el MEM.

En conclusión, se deben fortalecer los mecanismos de contratación de energía existentes e incentivar la creación de nuevos mecanismos que promuevan precios eficientes de contratación y un manejo transparente a todas las empresas. Esto es, que compitan bajo las mismas condiciones las empresas nuevas entrantes al mercado y las empresas grandes con muchos años de operación.

2.1.5 Diseño desactualizado del Mercado Mayorista

El diseño del Mercado de Energía Mayorista colombiano presenta varios desafíos que requieren una modernización urgente. El diseño debe actualizarse para: aprovechar las nuevas tecnologías, brindar señales de precio más oportunas y cercanas a la operación, tener mejores pronósticos de oferta y demanda. Además, es crucial implementar medidas de mitigación de poder de mercado y adoptar la participación agentes agregadores de demanda (quienes representan a los usuarios finales) [4].

La modernización del MEM implica la implementación de mercados intradiarios, la ejecución de un despacho co-optimizado para la asignación de suministro de energía y servicios complementarios y un mercado de corto plazo donde participen generadores y agregadores de demanda. La renovación del Mercado colombiano no solo mejorará la eficiencia y la competitividad, sino que también garantizará un suministro de energía más confiable y sostenible para todos los usuarios [5].

2.2 Consecuencias de los altos precios de la energía

Los altos precios tienen varias consecuencias significativas que afectan tanto a los usuarios finales como al mercado en general. Una de las principales consecuencias es la insuficiente oferta de energía a precios eficientes. La energía disponible a precios competitivos para contratos de energía no es suficiente para cubrir la demanda, lo que resulta en una mayor exposición a bolsa o en precios elevados de contratos. Estos altos precios impactan directamente a los usuarios, quienes deben pagar una tarifa más alta por el suministro de electricidad.

Otra consecuencia importante es la implementación de medidas regulatorias que logran beneficios en el corto plazo, pero sacrifican las condiciones del mercado a largo plazo. Estas medidas pueden incluir subsidios o controles de precios que alivian temporalmente la presión sobre los precios, pero que pueden desincentivar la inversión en infraestructura y generación a largo plazo. Estas medidas regulatorias finalmente sacrifican la situación de mercado a largo plazo y pueden llegar a poner en riesgo la seguridad energética [6].

Además, los altos precios de la energía pueden llevar a la quiebra de empresas comercializadoras de energía generando un impacto sistémico en el mercado. La quiebra de estas empresas reduce la competencia y puede resultar en una mayor concentración del mercado, lo que a su vez puede llevar a precios aún más altos.

Los altos precios también impactan negativamente la economía de los hogares y los usuarios finales, quienes deben enfrentar tarifas más altas de energía. Esto no solo afecta el poder adquisitivo de los consumidores, sino que también incrementa los costos de producción para las industrias, afectando la competitividad de la economía nacional.

Finalmente, también se tiene una tarifa más alta por el componente de restricciones. Esto se produce por los sobrecostos en la generación por restricciones eléctricas u operativas del sistema. Estos sobrecostos se trasladan de forma directa a la tarifa teniendo un impacto significativo.

3 Medidas regulatorias en Colombia durante el fenómeno del Niño 2024

En esta sección se evalúan las principales medidas regulatorias implementadas en Colombia en el 2024 para asegurar el suministro de energía y la salud financiera de las empresas de energía. Además, se sugieren algunas estrategias regulatorias que pueden mejorar la situación financiera y energética del mercado.

3.1 Medidas implementadas

La Tabla I resume las principales medidas adoptadas, sus objetivos, impactos positivos y negativos. Cada una de estas medidas tuvo un papel crucial en la gestión de la situación energética, aunque también presentaron desafíos y efectos secundarios que deben ser considerados.

TABLA I. MEDIDAS REGULATORIAS IMPLEMENTADAS DURANTE EL FENÓMENO DEL NIÑO 2024

Ref	Medida regulatoria	Objetivo	Impacto positivo	Impacto negativo
[7]	Contratación directa para el mercado regulado	Disminuir la exposición en bolsa de los comercializadores de energía que atienden usuario final	Disminución en la tarifa de los usuarios finales, mejora la salud financiera de las empresas	Puede desincentivar la competencia y transparencia en el mercado regulado al no ser licitaciones públicas
[8]	Meta Térmica	Establecer una meta de generación mínima del parque termoeléctrico utilizando criterios de confiabilidad y seguridad	Mejora el nivel de los recursos hídricos para abastecer la demanda nacional	Despacho de recursos térmicos por restricción. Incremento en el costo de las restricciones del sistema
[9]	Respuesta de la demanda	Participación de la demanda en el mercado de energía mayorista a través de ofertas de reducción de consumo.	Reducción de la demanda en condiciones críticas incentivada por una remuneración económica	La reducción de consumo se evalúa de manera diaria no horaria. Las ofertas se aceptan respecto a un precio definido por el regulador no compiten con la bolsa directamente.
[10]	Estatuto de desabastecimiento	Incrementar la generación térmica para almacenar agua y asegurar el suministro de energía para la siguiente estación de verano	Mejora en el nivel de los embalses del país para enfrentar el verano.	Intervención de ofertas de plantas hidráulica. Distorsión de precios en la bolsa, generando máximos históricos. Cobros de Demanda No Cubierta en la liquidación del Cargo por Confiabilidad

Las medidas regulatorias implementadas durante el fenómeno del Niño en 2024 mostraron aspectos positivos en el corto plazo para asegurar el suministro de energía y mantener la estabilidad del mercado. Sin embargo, las medidas también tuvieron efectos negativos. La experiencia del 2024 subraya la importancia de una planificación y análisis regulatorio más proactivo para enfrentar futuros desafíos climáticos y garantizar un mercado de energía resiliente y eficiente.

Es fundamental analizar los impactos de las medidas en el largo plazo para mantener un mercado de energía sostenible, donde los usuarios perciban tarifas competitivas y los inversionistas encuentren atractivo este mercado [11]. A continuación, se sugieren algunas estrategias regulatorias para fortalecer la eficiencia y resiliencia del mercado mayorista.

3.2 Estrategias regulatorias

El mercado de electricidad colombiano debe adoptar estrategias regulatorias efectivas para enfrentar los desafíos climáticos, financieros y de suministro de energía. A continuación, se presentan algunas propuestas clave:

- **Impuesto sobre altas rentas inframarginales.** Durante periodos de escasez, puede haber especulaciones en los precios de oferta de los generadores, creando rentas inframarginales muy altas. Se propone imponer un impuesto sobre estas rentas, destinando los ingresos a subsidiar el costo de la energía para los usuarios más vulnerables.
- **Un mecanismo más efectivo de respuesta de la demanda.** Es necesario incentivar programas de respuesta de la demanda que promuevan la desconexión de carga en las horas pico (18, 19 y 20). El esquema actual evalúa la desconexión de consumo a nivel diario, pero un enfoque horario sería más efectivo para reducir la demanda en momentos críticos.
- **Monitorear el desempeño de las empresas y el mercado.** Es crucial diseñar y regular un monitoreo permanente de indicadores relevantes para el mercado. Esto incluye evaluar la salud financiera de las empresas comercializadoras de energía, para tomar medidas anticipadas que eviten su bancarrota y la afectación del servicio a los usuarios. Además, se debe evaluar el riesgo sistémico del mercado para prevenir un impacto que afecte el desempeño del mercado.
Adicional, Aprovechando la inteligencia artificial, se deben realizar escenarios predictivos del comportamiento del mercado para apoyar la toma de decisiones y prevenir situaciones de riesgo global.
- **Garantizar el suministro de combustibles.** Desde la política pública, es necesario asegurar el suministro de combustibles para la generación de energía eléctrica. La disponibilidad de combustibles y del parque de generación termoeléctrico es crucial para brindar confiabilidad al sistema.
- **Colaboración entre gobierno y empresas:** Es esencial trabajar de manera articulada entre el gobierno y las empresas para superar los obstáculos y mejorar los niveles de materialización de los planes de expansión de generación y transmisión. Esto incluye agilizar los trámites de licencias ambientales y procedimientos legales que han llegado a retrasar proyectos de expansión hasta más de tres años.
- **Modernización del Mercado mayorista.** Es fundamental iniciar de forma modular y lo antes posible con los planes de modernización del mercado. Esto incluye la implementación de mercados intradiarios, el despacho co-optimizado para la asignación de servicios complementarios, el cálculo de precios ex ante y la participación de la demanda en la bolsa.

Es importante resaltar la importancia de una implementación efectiva y coordinada de estas medidas. Estas estrategias no solo buscan estabilizar los precios y asegurar un suministro confiable de energía, sino también promover un mercado más transparente, competitivo y sostenible. La implementación de estas medidas debe ser acompañada de una evaluación continua y ajustes necesarios para garantizar que se logren los objetivos a largo plazo sin comprometer la eficiencia y la sostenibilidad del mercado energético.

Con estas estrategias regulatorias, el mercado de energía colombiano estará mejor preparado para enfrentar eventos climáticos extremos, asegurar la salud financiera de las empresas y proteger a los usuarios finales de los altos precios de la energía.

4 Conclusiones

Los precios en la bolsa de energía en Colombia en los años 2023 y 2024 crecieron a más del doble del precio de los años previos del 2017 a 2022. En el mercado de contratos también se observa un crecimiento elevado

del 35% y 15% en los nuevos contratos firmados en los últimos dos años. Lo anterior hace prioritario tomar medidas regulatorias para favorecer la oferta de energía y hacer más resiliente el mercado colombiano.

Es urgente actualizar el diseño y las reglas del mercado de energía colombiano por un mercado más completo que permita la participación de la demanda, la actualización de ofertas en mercados intradiarios o en tiempo real y la co-optimización de los servicios de suministro de energía y servicios complementarios. La modernización del mercado es esencial para mejorar la eficiencia y la competitividad, y garantizar un suministro de energía más económica y confiable.

Se debe evitar tomar medidas regulatorias que beneficien el corto plazo, pero sacrifican la eficiencia del mercado en el largo plazo. Se deben hacer análisis más rigurosos de cada medida regulatoria que se toma y evaluar su impacto. Asimismo, hacer vigilancia a los resultados de las medidas adoptadas de manera oportuna para corregir el desempeño del mercado.

Los retrasos en los proyectos de expansión han sido un factor crítico que ha contribuido a los altos precios de la energía en el mercado mayorista. La demora en la obtención de licencias ambientales, problemas legales y administrativos han limitado la entrada de nuevos proyectos para responder a la creciente demanda de electricidad. Es necesario un trabajo más articulado entre gobierno y empresas para asegurar la entrada oportuna de los proyectos de generación y garantizar la seguridad energética.

5 CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] XM, “Sistema de Información del Mercado de Energía Mayorista.” www.simem.co (accessed Feb. 08, 2025).
- [2] XM, “SINERGOX.” www.sinergox.xm.com.co (accessed Feb. 08, 2025).
- [3] M. Berbey-Burgos, D. Pardillos-Pobo, M. Laporte-Azcué, P. Á. González-Gómez, and D. Santana, “Impact of Price Cap Policy on Concentrating Solar Power Plant Revenue in Electricity Markets,” *Int. Conf. Eur. Energy Mark. EEM*, no. December 2023, 2024, doi: 10.1109/EEM60825.2024.10608926.
- [4] C. de R. de E. y G. CREG, *Programa transitorio de respuesta de la demanda. Proyecto CREG 143 de 2021*. Colombia, 2022.
- [5] V. Bobinaite, A. Juozapaviciene, M. Staniewski, and P. Szczepankowski, “Comparative analysis of features of Polish and Lithuanian Day-ahead electricity market prices,” *Energy Policy*, vol. 63, pp. 181–196, 2013, doi: 10.1016/j.enpol.2013.08.045.
- [6] S. M. Sirin, E. Camadan, I. E. Erten, and A. H. Zhang, “Market failure or politics? Understanding the motives behind regulatory actions to address surging electricity prices,” *Energy Policy*, vol. 180, no. June, p. 113647, 2023, doi: 10.1016/j.enpol.2023.113647.
- [7] C. de R. de E. y G. CREG, *Disposiciones transitorias para compras de energía con destino al mercado Regulado. Resolución CREG 101 036 de 2024*. Colombia, 2024.
- [8] M. Ministerio de Minas y Energía, *Generación mínima térmica diaria. MME 40116 de 2024*. Colombia, 2024.
- [9] C. de R. de E. y G. CREG, *Programa transitorio de respuesta de la demanda. Resolución CREG 101 043 de 2024*. 2024.
- [10] C. de R. de E. y G. CREG, “Estatuto para situaciones de riesgo de desabastecimiento en el mercado mayorista. CREG 026 de 2014.” 2014.
- [11] C. M. Gómez Pérez and J. Barrientos Marín, “Pricing evolution in the Colombian electricity market: Does regulation matter?,” *Electr. J.*, vol. 36, no. 9–10, 2023, doi: 10.1016/j.tej.2023.107340.