

Policy Brief:

— **Balances de
energía eléctrica
(oferta-demanda)**

ante escenarios de salida
de plantas térmicas a
carbón en Colombia





Contexto

A octubre de 2024, el país cuenta con una potencia de casi 21 GW instalados, lo que garantiza la disponibilidad de energía eléctrica para satisfacer una demanda de electricidad de 80.684,24 MWh/año (demanda en 2023) y mantener un margen de reserva. Este margen proporciona al sistema la flexibilidad necesaria para asegurar el suministro de electricidad incluso, frente a eventos inesperados y evitar cortes de energía.

Sin embargo, el margen de oferta podría reducirse ante el aumento progresivo de la demanda, la cual se espera crezca 2,8% en promedio por año o ante una eventual salida progresiva de las plantas térmicas a carbón, como parte de los compromisos de Colombia (Beyond Oil and Gas Alliance, BOGA - Powering Past Coal Alliance, PPCA) y sus esfuerzos hacia la transición energética justa. La salida de dichas plantas puede reducir la capacidad de respuesta del sistema en momentos de alta demanda o en eventos climáticos como el

fenómeno de El Niño donde la generación de energía hidroeléctrica no puede operar a plena capacidad. Por lo tanto, es esencial planificar cuidadosamente el sistema energético y diversificar efectivamente la matriz de generación eléctrica para asegurar que la oferta siga siendo suficiente para cubrir la demanda en crecimiento, incluso, ante la disminución programada de la capacidad térmica.

Para entender cómo el sistema de energía eléctrica responde a las necesidades del país se usan los Balances de Energía como herramienta de análisis y planificación para identificar las debilidades futuras del suministro de energía eléctrica y responder preguntas como: ¿Cuál es el margen de oferta del Sistema Interconectado Nacional (SIN)?, ¿Cuánta oferta adicional se requiere para suplir la demanda?, ¿En qué momento la potencia o capacidad instalada disponible deja de ser suficiente?

Metodología

Un balance de energía eléctrica es una herramienta analítica que compara la oferta y la demanda de electricidad en un sistema evaluando el comportamiento en el tiempo de la capacidad instalada (oferta) y su consumo (demanda). Para el desarrollo y análisis del presente Balance de Energía se usaron los valores de la proyección de demanda de la UPME para el período 2024 al 2038 en el escenario que incluye el SIN, vehículos eléctricos (VE), generación distribuida (GD) y grandes

consumidores de energía eléctrica (GCE). Por otro lado, para la proyección de la oferta se usaron los datos de XM de los nuevos proyectos de generación de energía con garantías que se espera entren en operación en los próximos años.

Para complementar el análisis se evaluaron escenarios con la salida de las plantas térmicas de carbón en Colombia y cómo podría afectar la oferta de energía. Se incluyeron en el



balance variaciones en la oferta relacionadas con los escenarios del ejercicio realizado en el Observatorio de TEJ Transforma. “Ambiente propicio para la salida - Salida Coordinada” y “Barreras para la Salida - Públicas Primero”

Con el fin de entender posibles riesgos de vulnerabilidades del suministro, especialmente en escenarios donde la capacidad térmica se reduce y depende en mayor medida de fuentes renovables, se incorporó al análisis la estimación de la energía firme. Entendiéndose la energía firme como la capacidad confiable del sistema, o aquella que puede ser garantizada en todo momento, incluso en condiciones de baja hidrología (los factores de energía

firme empleados se presentan más adelante en la Tabla 1).

También se incluyó una estimación detallada de la capacidad renovable necesaria para evitar un déficit de energía eléctrica en el escenario de salida de las plantas térmicas. Para esta estimación se consideraron, de manera separada, las principales fuentes de energía renovable evaluando cuánto se necesitaría si toda la potencia requerida fuera suplida exclusivamente por energía solar, por pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) o por energía eólica. No se incluyó en el análisis una estimación basada en una combinación de estas fuentes.

Resultados

Balance de energía media

No se prevé un déficit de oferta en el mediano plazo (hasta 2038), aún, con la salida de las plantas térmicas a carbón. El análisis muestra

un excedente de oferta de energía eléctrica del 31,8% respecto a la demanda proyectada para 2038.

Balance de energía firme

- Se presenta un déficit de oferta en el mediano plazo (2034) para el escenario base. El análisis muestra un déficit a 2038 del 10,11%.
- Se presenta un déficit de oferta en el mediano plazo (2031) con la salida de plantas térmicas a carbón bajo el escenario: “Barrera para la salida de las plantas - Plantas públicas primero”, en este caso, el déficit 2038 aumenta a 20,17%.
- Se presenta un déficit de oferta en el mediano plazo (2029) con la salida de plantas térmicas a carbón bajo el escenario: “Ambiente propicio para la salida de las plantas - Salida coordinada”, en este caso el déficit 2038 aumenta a 20,17%.

En la Tabla 1 se observa el resumen de resultados, así como, los factores de planta usados para la estimación de la energía firme y la energía media.

Para más información remítase a: <https://observatorio-tej-transforma.com/>

**TABLA 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE BALANCE DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA 2024-2038**

		ESCENARIO BASE	ESCENARIO "AMBIENTE PROPICIO PARA LA SALIDA DE LAS PLANTAS - SALIDA COORDINADA"	ESCENARIO "BARRERA PARA LA SALIDA DE LAS PLANTAS - PLANTAS PÚBLICAS PRIMERO"
PULSOS DE SALIDA DE PLANTAS A CARBÓN (TOTAL POTENCIA A RETIRAR: 1.683,1 MW)		No aplica	2026: 40,10 MW 2029: 1.643 MW	2029: 1.131 MW 2030: 40,1 MW 2034: 512 MW
AÑO EN QUE OCURRE EL DESBALANCE (DÉFICIT DE ENERGÍA)	Energía media	No ocurre	No ocurre	No ocurre
	Energía firme	2034	2029	2031
POTENCIA SOLAR ADICIONAL REQUERIDA A 2038	Energía media [FACTOR DE PLANTA PARA ENERGÍA MEDIA: 20,3%]	Para cubrir desbalance: 0 GW	Para cubrir desbalance: 0 GW Para cubrir salida carbón: 7,05 GW TOTAL: 7,05 GW	
	Energía firme [FACTOR PLANTA PARA ENERGÍA FIRME: 15%]	Para cubrir desbalance: 9,35 GW	Para cubrir desbalance: 9,35 GW Para cubrir salida carbón: 9,31 GW TOTAL: 18,66 GW	
POTENCIA PCH ADICIONAL REQUERIDA A 2038	Energía media [FACTOR DE PLANTA PARA ENERGÍA MEDIA: 54%]	Para cubrir desbalance: 0 GW	Para cubrir desbalance: 0 GW Para cubrir salida carbón: 2,65 GW TOTAL: 2,65 GW	
	Energía firme [FACTOR PLANTA PARA ENERGÍA FIRME: 15%]	Para cubrir desbalance: 9,35 GW	Para cubrir desbalance: 9,35 GW Para cubrir salida carbón: 9,31 GW TOTAL: 18,66 GW	
POTENCIA EÓLICA ADICIONAL REQUERIDA A 2038	Energía media [FACTOR DE PLANTA PARA ENERGÍA MEDIA: 48,7%]	Para cubrir desbalance: 0 GW	Para cubrir desbalance: 0 GW Para cubrir salida carbón: 2,94 GW TOTAL: 2.94 GW	
	Energía firme [FACTOR PLANTA PARA ENERGÍA FIRME: 6%]	Para cubrir desbalance: 23,37 GW	Para cubrir desbalance: 23,37 GW Para cubrir salida carbón: 23,28 GW TOTAL: 46,66 GW	



Capacidad requerida para suplir la salida total de las plantas a carbón:

Contrastando los resultados de la Tabla 1 con los datos de la capacidad proyectada de nuevos proyectos de generación, se observa que:

- En el escenario “Ambiente propicio para la salida de las plantas - Salida coordinada”, la salida de la capacidad de las plantas a carbón ocurre en un 2% en 2026 y un 98% en 2029. Esto implica que los desafíos de potencia se resuelvan antes de 2029.
- En el escenario “Barrera para la salida de las plantas - Plantas públicas primero”, la salida de la capacidad total se distribuye en un 67% en 2029, un 3% en 2030 y un 30% en 2034. Este intervalo temporal permite que la mayoría de los proyectos de energía
- renovable, previstos para los próximos años, entren en operación antes de la salida de las plantas térmicas, mitigando así los riesgos para el suministro de energía eléctrica.
- Para garantizar el suministro de energía en un escenario de salida de las plantas térmicas a carbón, se necesitaría un 60% adicional de potencia solar respecto a la que se tiene previsto instalar (77% adicional para garantizar la energía firme).
- Si se consideran las PCH y las plantas eólicas, la situación es aún más desafiante: sería necesario instalar seis veces la potencia de PCH que se planea instalar en los próximos años (22 veces para garantizar energía firme), o, el doble de la potencia adicional eólica para evitar desbalances (9 veces si se considera la energía firme).

Análisis e implicaciones para la política

El crecimiento de la demanda de energía eléctrica en Colombia plantea un desafío significativo para el futuro del sistema.

Aunque actualmente en el país la capacidad instalada cubre la demanda, el continuo aumento de la demanda, podría adelantar el momento en que el sistema enfrente un déficit. Si la demanda crece a un ritmo más acelerado significaría que las nuevas plantas de energía renovable serían usadas para generar electricidad para suplir la nueva demanda y, no, para garantizar una salida segura de las plantas térmicas. Por esta razón los tomadores de decisión son llamados a diseñar estrategias del lado de la demanda que promuevan la eficiencia energética y que incentiven a los consumidores a reducir su consumo.

Por el lado de la oferta es vital asegurar la entrada de nuevos proyectos de energías renovables.

Sin embargo, muchos de estos proyectos enfrentan retrasos debido a conflictos socioambientales que deben ser abordados de manera integral. Es fundamental que se diseñen salvaguardas y se implementen estrategias de diálogo y participación con las comunidades afectadas para mitigar estos conflictos y asegurar que los proyectos puedan avanzar. Ejercicios como los que se presentan en la [“Guía para la implementación de suelos energéticos a nivel territorial”](#) diseñada por Transforma los cuales pueden ser herramientas útiles para la gestión del territorio. **Además, es necesario atender las condiciones habilitantes para la**

entrada en operación de los proyectos, especialmente en lo que respecta a la infraestructura de la red de transmisión.

Por lo tanto, la planificación y la celeridad en la ejecución de mejoras en la red de transmisión deben ser una prioridad paralela al desarrollo de nuevos proyectos de generación renovable.

Para evitar riesgos de suministro asociados a la salida de las plantas térmicas a carbón **es crucial acelerar significativamente la velocidad de la entrada de energías renovables.**

Esto se debe a que, por cada megavatio de potencia instalada, una planta térmica a carbón genera en promedio aproximadamente cuatro veces más energía que una planta solar y, el desafío es aún mayor en términos de energía firme. Es necesario planificar estrategias que aumenten la firmeza de los sistemas de generación renovables, como la implementación de almacenamiento de energía mediante baterías. Esto es clave para que las fuentes renovables no solo satisfagan la nueva demanda, sino que reemplacen la generación de las plantas térmicas.

Se requiere un plan estructurado para la salida de plantas térmicas que coordine la transición hacia un sistema energético renovable

sin comprometer la estabilidad y firmeza del suministro. Este plan debe estar acompañado por una renovación del cargo por confiabilidad, adaptándolo para incentivar la integración de renovables en el sistema, así como de Obligaciones de Energía Firme (OEF) asignadas a las renovables, garantizando que estas fuentes puedan contribuir efectivamente a la seguridad energética del país.

Como temas transversales, las comunidades energéticas, municipios energéticos y la generación distribuida evitan un déficit de energía eléctrica ya que aportan simultáneamente a la oferta y la demanda de energía eléctrica. Ambos esquemas permiten generar un suministro de energía eléctrica, por lo que contribuirían a alcanzar los requerimientos de potencia del país. Pero también son estrategias que permiten a las comunidades la generación de su propia energía, lo que disminuye la demanda centralizada y la presión sobre el SIN. Esta doble ventaja no solo refuerza la seguridad energética del país, sino que también empodera a las comunidades locales, promoviendo un modelo de energía descentralizado basado en renovables.





Policy Brief:

► **Balances de energía eléctrica (oferta-demanda)**

ante escenarios de salida
de plantas térmicas a
carbón en Colombia

Elaborado por: Equipo Energía de Transforma
Verónica Valencia, Juan Felipe Parra y Karem Castro
Revisión de estilo: Santiago Rodas y Carolina Martínez
Aprobación: Giovanni Pabón

Diseño y diagramación: VISUALARIUM Estudio

Portada: VISUALARIUM Estudio

Fotos: Unsplash +