



Ministerio de Minas y Energía · República de Colombia

Reporte — Riesgo de apagón · Proyecciones y modelos

Detalle de la pestaña «riesgo-apagon» del tablero · 29/07/2026 · Cifras en vivo, reproducibles y con trazabilidad de fuente

72/100 · Naranja · Riesgo alto

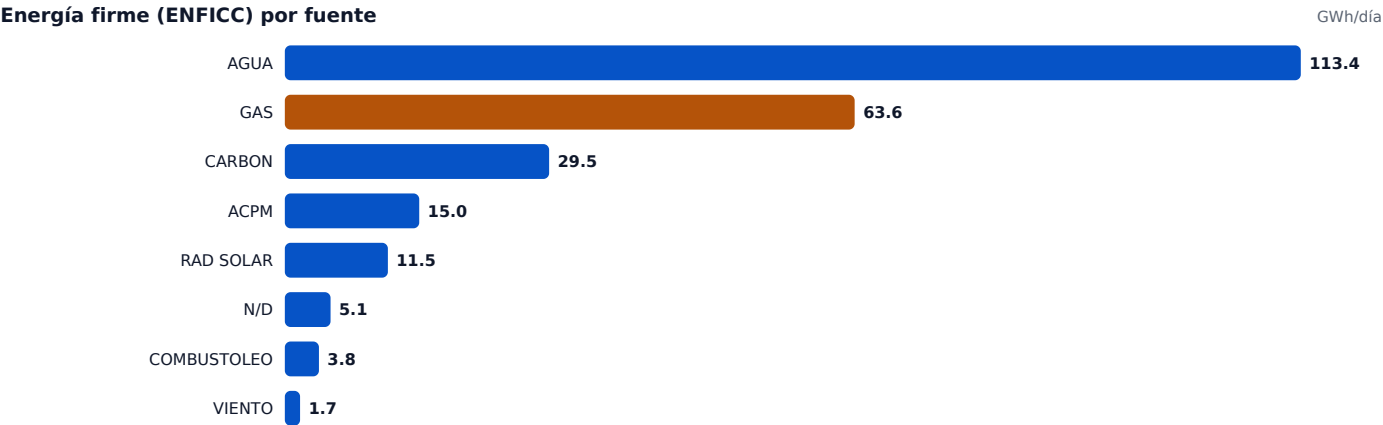
RIESGO DE APAGÓN — ÍNDICE INTEGRADO Y SUFICIENCIA

Índice vigente **72/100 Naranja** · versión propuesta con factores observados (gas+ENFICC): **84 Rojo** (decisión pendiente del Ministerio).

Descomposición completa del índice (17 factores, cada uno con fuente)

Grupo	Factor	Valor	Aporte	Fuente
A. Clima-hidrología	Probabilidad de estrés por El Niño (modelo validado)	81% · El Niño Advisory	+17.9	Modelo estadístico episodios El Niño (logí
A. Clima-hidrología	Aportes hídricos vs media (30d)	81%	+7.0	XM PorcApor
A. Clima-hidrología	Embalse agregado del SIN	80%	+0.0	XM VoluUtilDiarEner/CapaUtilDiarEner (Sist
B. Demanda	Crecimiento interanual de demanda	+6.0%	+5.0	XM DemaReal
B. Demanda	Cobertura de generación	102%	+1.0	XM Gene/DemaReal
C. Gas-respaldo	Cobertura de gas firme de térmicas	41%	+10.0	XM consumo vs BEC contratación firme
C. Gas-respaldo	Firmeza de oferta de gas en pico El Niño	2%	+8.0	PTDVF/CIDVF SEGAS
C. Gas-respaldo	Balance comercial de gas en firme	deficitario 35/35 TEE	+8.0	Balance TEN SEGAS
C. Gas-respaldo	Dependencia de importación de gas (GNL)	30% (media 30d)	+6.0	BEC Información Operativa — Energía Inyect
C. Gas-respaldo	Balance físico observado oferta—demanda de gas	superávit 83,423 MBTUD (media 30d)	+0.0	BEC Información Operativa — inyectada vs t
D. Eventos operativos	Indisponibilidad de capacidad (mantenimientos y fallas)	4,352 MW fuera (20.0%)	+2.5	XM CapEfecNeta vs DispoReal
D. Eventos operativos	Generación de seguridad (restricciones de confiabilidad)	34.4 GWh/día	+5.0	XM GeneSeguridad
D. Eventos operativos	Generación fuera de mérito (restricciones de red)	15.7 GWh/día	+2.0	XM GeneFueraMerito
D. Eventos operativos	Cercanía al precio de escasez	bolsa al 64.2% del techo de escasez	+3.0	XM PrecEscaAct 1,221 COP/kWh
D. Eventos operativos	Demanda no atendida (30 días)	4,309 MWh · foco AREA CARIBE	+2.0	XM DemaNoAten por área
E. Mitigación (renovables)	FNCER cubriendo demanda hoy	9.5%	-4.0	XM Gene solar/eólica
E. Mitigación (renovables)	Pipeline renovable en pruebas	1231 MW	-1.8	PARATEC

Energía firme (Cargo por Confiabilidad)



Análisis: ENFICC 245.0 vs demanda 248.1 GWh/día → margen -3.1. 18.2 GWh/día de la energía firme a gas dependen de gas interrumpible: si se corta, el margen cae a -21.3 GWh/día (déficit).

Eventos operativos del SIN

Evento operativo	Valor	Severidad
Indisponibilidad de capacidad (mantenimientos y fallas)	4,875 MW fuera (22.4%)	warn
Generación de seguridad (restricciones de confiabilidad)	25.9 GWh/día	risk
Generación fuera de mérito (restricciones de red)	23.6 GWh/día	risk
Cercanía al precio de escasez	bolsa al 64.2% del techo de escasez	warn
Demanda no atendida (30 días)	4,309 MWh · foco AREA CARIBE	warn

Marco de eventos raros

Con un solo racionamiento histórico (1992) no se entrena una probabilidad de apagón: el riesgo se sustenta en suficiencia física determinista (ENFICC), el pronóstico de intensidad NOAA (calibrado) × umbral histórico $ONI \approx 1.45$, y escenarios condicionales. Se reporta ESTRÉS del sistema, no probabilidad calibrada de apagón.

PROYECCIONES Y MODELOS ENTRENADOS

Modelo de precio de bolsa — error de ±36 COP/kWh

Métrica principal: **error medio (MAE) 36 COP/kWh** fuera de muestra. **Sobre el R²:** el modelo da R² 0.94, pero la línea base trivial "mañana = hoy" ya da R² 0.94 (MAE 37) — el precio es muy persistente, así que ese R² alto viene de la autocorrelación, no del modelo. Reportamos el MAE para no dar falsa impresión de precisión; el valor del modelo es explicar QUÉ fundamentales (hidrología, El Niño, gas) mueven el régimen. Target en log, 22 variables, partición temporal sin fugas.

Variable	Importancia (permutación)
precio_lag1	1.371
demanda_gwh	0.009
precio_lag7	0.009
aportes_pct	0.006
indisponibilidad_pct	0.006
margen_gen_dem_gwh	0.002
precio_lag14	0.002
precio_mm7	0.001

El Niño — escenarios y verificación

P(estrés) del episodio en formación: sigmoide 81.3% · no-paramétrico 97.0% → rango reportado. Punto de inflexión ONI≈1.52 (frontera Niño moderado→fuerte).

Escenario de intensidad	P(estrés) histórica
Nino debil (peak 0.9)	14%
Nino moderado (peak 1.3)	34%
Nino fuerte (peak 1.8)	70%
Nino muy fuerte (peak 2.4)	93%

Calibración out-of-sample (LOOCV)

Rango prob.	n	Predicho	Observado
0.0-0.2	3	0.11	0.00
0.2-0.5	4	0.33	0.25
0.5-0.8	1	0.55	1.00
0.8-1.0	3	0.90	1.00

Estrés operativo — NO predecible (hallazgo, no error)

Análisis: intentamos predecir el estrés operativo del SIN y el modelo NO logró superar ni al promedio histórico — eso es, técnicamente, un R² negativo, y NO es un modelo roto sino la evidencia de que el estrés por restricciones lo determinan la topología de transmisión y el despacho, no las series energéticas diarias (se probaron incluso los mantenimientos: no mejora). Publicar este fracaso —en vez de maquillar un R² positivo— es lo que da credibilidad al resto: por eso el riesgo se mide con el índice integrado y la suficiencia física (ENFICC), no con esta predicción.

Estrés operativo del SIN — observado vs. modelo (Gradient Boosting)

R² fuera de muestra: -1.67 · no predictivo (R² < 0) · 257 días de prueba · 10 variables (incluye indisponibilidad/mantenimientos

