

Caso Bogotá / Chingaza — El Niño 2023-2024

Tesis del documento. Durante El Niño 2023-2024, el embalse que desató la crisis hídrica más grave en la historia de Bogotá **no fue el que menos lluvia recibió**. El Sistema Chingaza —que surte el 70% del agua de casi 10 millones de personas— tuvo apenas un déficit de precipitación **moderado (-22%)**, y aun así cayó a un **mínimo histórico de ~16% (Chuzá al 14,8%)**, forzando **365 días continuos de racionamiento de agua** (11-abr-2024 a 12-abr-2025). La causa no fue una sequía meteorológica extrema, sino **estrés operativo**: Chingaza entró a 2024 ya descargado (42% en diciembre de 2023, contra un histórico de >60%), con su ciclo de llenado alterado desde 2022 y una demanda que consumía "como si hubiera 500.000 habitantes más". Ese estado anómalo del embalse era **observable con meses de anticipación** en datos públicos diarios. La señal climática (ENOS) estuvo disponible con **12 meses** de antelación. Lo que faltó no fue alerta: fue una capa que cruzara el nivel del embalse con la precipitación y la demanda, y tradujera el estrés operativo en una decisión a tiempo. Este es el caso paradigmático de por qué el riesgo hídrico **no se lee en la lluvia, se lee en el embalse**.

1. ¿Qué pasó en Bogotá?

Cifra	Valor	Fuente
Duración del racionamiento	365 días (11-abr-2024 → 12-abr-2025)	EAAB / France24
Población afectada	~8 millones (Bogotá) + 11-12 municipios de la sabana ≈ casi 10 millones	EAAB / El País
Esquema	9 zonas, cortes rotativos de 24h (c/9-10 días), 19 de 20 localidades	Alcaldía de Bogotá
Mínimo del Sistema Chingaza	~16,5% (47-48 Mm³) el 10-11 abr 2024 — sin precedente (antes nunca bajó de 54%, año 2011)	EAAB / El Espectador

Cifra	Valor	Fuente
Mínimo del embalse Chuza	14,8% de capacidad (fin abr-2024) — "nunca habíamos podido pararnos dentro del embalse"	Parques Nacionales / EAAB
Chuza en cifras absolutas	35 de 220 Mm ³ al inicio del racionamiento	BBC / EAAB
"Día Cero" (endurecimiento si Chingaza < 36%)	Nunca se activó; margen llegó a ~7% ≈ 20 Mm ³ ≈ 15 días de consumo	Alcaldía / La República
Déficit de precipitación de la cuenca de Chuza (ERA5, vs mediana 44 años)	-22% (déficit moderado, rank 6/45, NO bajo P10)	Open-Meteo Archive (ERA5)
Consumo "fantasma"	Bogotá consumía "como si hubiera 500.000 habitantes más"	EAAB
Reducción de consumo lograda	de 17,72 a 16,24 m ³ /s en un año	EAAB
Ahorro físico acumulado	46,7 Mm³ (≈18.696 piscinas olímpicas)	EAAB
Encuadre histórico	"La peor crisis de agua en la historia de Bogotá" (alcalde Galán)	France24 / Caracol

El sistema de abastecimiento (por qué "son tres embalses"): Bogotá y municipios aledaños se surten de **3 sistemas con 8 embalses, de 3 dueños distintos:**

Sistema	Embalses	% suministro	Dueño / Planta
Chingaza	Chuza + San Rafael (+ subsistema río Blanco)	70%	EAAB / Wiesner
Norte (Tibitóc)	Tominé, Neusa, Sisga (+ Aposentos)	25%	Tominé=EEB; Neusa/Sisga=CAR / Tibitó
Sur (Sumapaz)	La Regadera, Chisacá, Los Tunjos	5%	EAAB / La Laguna, El Dorado, Vitelma

El que colapsó fue **Chingaza**. El uso intensivo de Neusa y Tominé (Sistema Norte) fue precisamente lo que evitó un racionamiento aún más severo: la prueba de que el manejo de cartera, no la lluvia, marcó la diferencia.

2. La cuenca que colapsó no era la más seca

Verificación cuantitativa del déficit acumulado de precipitación durante la ventana del evento (ago-2023 a may-2024), comparado con las mismas ventanas climatológicas de los últimos 44 años (ERA5, mismas que el caso sistémico nacional):

Cuenca	Déficit vs mediana histórica	Rank histórico	¿Bajo P10?
El Quimbo (Magdalena alto)	-70%	4/45	SÍ (sequía meteorológica extrema)
Topocoro (Sogamoso)	-32%	8/45	NO
Chuza / Chingaza (Bogotá)	-22%	6/45	NO (déficit moderado)
Guavio (oriente)	-2%	26/45	NO
Salvajina (Cauca alto)	-1%	26/45	NO

El hallazgo central. El Quimbo, con sequía real (-70%), tuvo consecuencias marginales (afectación a pesca artesanal, ~400 familias). Chingaza, con apenas -22% de déficit, desató el desastre que el país entero recuerda. **La cuenca que menos lluvia perdió fue la que produjo la mayor consecuencia.** El riesgo hídrico no se lee en la precipitación; se lee cruzando precipitación + nivel del embalse + demanda + operación.

¿Por qué cayó tanto un embalse con déficit moderado? Tres factores de **estrés operativo**, no de sequía:

1. **Ciclo de llenado alterado desde 2022.** El Sistema Chingaza, que históricamente llegaba a 82-99% en su pico anual, registró máximos anómalos: 82% (2022), un inédito **67% en agosto de 2023**, y cerró 2023 en **42% el 31 de diciembre** (récord; el mínimo histórico previo a esa fecha era 54%, en 2011).
2. **Demanda alta sostenida.** Bogotá consumía como si tuviera medio millón de habitantes más; el ahorro estructural no se había activado.
3. **Páramo degradado.** El calentamiento y los días secos redujeron la capacidad de retención de los páramos de Chingaza, que ya venían afectados.

Fuente: Open-Meteo Archive (ERA5) + reportes EAAB/CAR + El Espectador (retrospectiva 12-abr-2025). Reproducible vía requests HTTP públicos.

3. Las señales que estaban disponibles antes del racionamiento

3.1 Señal A (estructural, meses antes): el embalse llevaba >12 meses operando por debajo de su comportamiento histórico

El nivel del Sistema Chingaza venía señalando estrés desde mucho antes del racionamiento de abril-2024:

Fecha	Nivel Chingaza	Lectura
2021 (referencia normal)	pico anual ~99%	Ciclo sano
2022	pico anual 82%	Primera alteración del ciclo
ago-2023	máx. anual 67% (inédito)	El pico de llenado más bajo registrado: la alarma estructural
31-dic-2023	42% (récord para la fecha)	Entra a 2024 sin colchón (histórico >60%)
ene-mar 2024	descenso sostenido	Demanda alta + afluencias mínimas
11-abr-2024	~16,5% (mínimo histórico)	Inicia el racionamiento

Cualquier sistema que monitoree el nivel de un embalse contra su propia banda estacional histórica habría marcado **anomalía sostenida desde agosto de 2023** — 8 meses antes del racionamiento. El embalse "habló" mucho antes que el corte.

3.2 Señal B (climática, 12 meses antes): la señal ENOS fue pública con antelación amplísima

Fecha	Hito	Lead time al pico (abr-2024)
13-abr-2023	NOAA emite El Niño Watch	12 meses
8-jun-2023	NOAA upgrade a El Niño Advisory	10 meses
3-nov-2023	IDEAM declara oficialmente El Niño en Colombia	5 meses

La señal agregada (un El Niño en curso) estuvo disponible con un año de anticipación. Lo que no existió fue su **traducción al activo específico**: ¿qué significaba ese El Niño para Chingaza, con su ciclo ya alterado y su demanda al alza?

3.3 El cruce que faltó

Ninguna de las dos señales por separado bastaba: el ENOS es nacional y agregado; el nivel del embalse, por sí solo, podía atribuirse a variabilidad normal. **Cruzadas** —un embalse en mínimo estacional histórico + un El Niño declarado + una demanda sin gestionar— producían una conclusión accionable desde finales de 2023: *Chingaza no va a llegar a abril con margen; hay que activar ahorro estructural y reforzar el Sistema Norte ya*. Esa decisión se tomó en abril de 2024, cuando el embalse ya estaba en 16%.

4. Secuencia de alertas que un sistema bien diseñado habría producido

Fecha	Tipo de alerta	Capa	Trigger	Días antes del racionamiento
13-abr-2023	enso_watch	Climática	NOAA El Niño Watch	364
ago-2023	seasonal_low_anomaly	Nivel	Pico anual de llenado más bajo del registro (67%)	~240
3-nov-2023	enso_declared	Climática	IDEAM declara El Niño	160
31-dic-2023	structural_deficit (confirmación)	Nivel	42% a fin de año (récord) + demanda > oferta proyectada	102
ene-2024	demand_stress	Demanda	Consumo equivalente a +500.000 hab; afluencias mínimas	~90
11-abr-2024	supply_critical	Nivel	Chingaza 16,5%, margen < 15 días	0

Tres puntos:

1. **La capa de nivel es determinística y auditable:** se sostiene sobre la estadística del propio embalse, sin modelo climático ni juicio experto.
2. **La capa climática es pública y verificable** mes a mes (NOAA/IDEAM).
3. **El cruce con la demanda** es lo que convierte "embalse bajo" en "vamos a quedar sin margen en abril": esa es la decisión que Hidralia habilita.

5. Lo que el caso no sostiene (y por qué fortalece la propuesta)

Este documento no afirma que un sistema de monitoreo hubiera evitado la sequía ni el racionamiento. Cuatro precisiones honestas:

1. **El Niño es un fenómeno global**, no neutralizable por un sistema operacional. La señal climática se publicó con un año de anticipación.
2. **El racionamiento, una vez en marcha, funcionó**. El Distrito y la EAAB evitaron el "Día Cero" y garantizaron agua para 2025. El costo fue alto, pero no hubo desabastecimiento total.
3. **Hubo componente de decisión tardía**. La alarma estructural existía desde agosto de 2023 (pico 67%); las medidas llegaron en abril de 2024. Hidralia no señala culpables — ofrece la capa de traducción que faltaba para decidir antes, con tono útil para el comprador público.
4. **No existe cuantificación pública del PIB perdido** por el racionamiento. No se inventa; se usan las cifras sólidas (EAAB) + el envelope nacional + proxies etiquetados.

Lo que el caso **sí** sostiene:

- Hubo **8 meses de lead time** entre la anomalía estructural del embalse y el racionamiento.
- Hubo **12 meses de lead time** climático.
- Hubo **exposición cuantificable y verificable** (consecuencias §6) sobre un activo crítico con datos públicos diarios.
- El embalse que colapsó tenía déficit **moderado** de lluvia: la prueba más limpia de que el valor está en cruzar señales, no en mirar la precipitación sola.

6. Consecuencias — del envelope nacional al impacto local (Bogotá / Chingaza)

6.1 Telón nacional (el evento sistémico que contiene a Bogotá)

Costo	Cifra	Fuente
Mínimo del SIN (20 años)	29,96% (13-abr-2024)	XM
Despacho térmico forzado	COP 1,7 billones (≈USD 410M)	MinEnergía / UPME
Alza del Costo Unitario tarifario	+70% acumulado	SSPD
Inflación anual de electricidad	22,4%	ANIF

Costo	Cifra	Fuente
Decreto de Desastre Nacional	1372 del 13-nov-2024	Presidencia

6.2 Impacto local — económico (lo que mapea directamente al embalse)

Concepto	Cifra	Fuente
Pérdida de ingresos de la EAAB en 2024	COP 90.000 millones	Alcalde Galán, oct-2024
Desincentivo (consumo > 44 m³/bimestre) — jul/ago	COP 1.733 M a 26.330 usuarios	Semana / EAAB
Desincentivo — sept	COP 1.545 M a 24.977 usuarios	Bogotá.gov / El País
Desincentivo — acumulado jul-sep	COP 4.254 M (65.815 facturas; recaudado 2.636 M)	Bogotá.gov
Tarifa del m³ excedente	COP 3.380 – 5.700 según estrato	El País / Infobae
Multas por desperdicio	COP 700.000 – 1.200.000 por infractor (reincidencia)	Infobae
Productividad laboral perdida por El Niño — Bogotá (proxy, todo el fenómeno)	COP 1,08 billones (de 3,7 B nacionales)	CCS

6.3 Impacto local — social

- **Escala:** casi 10 millones de personas bajo cortes de 24h durante un año — la primera crisis de racionamiento de la capital en ~40 años.
- **Cambio de vida:** almacenamiento doméstico, ajuste de horarios de comercios/empresas, adaptación de gastronomía y hotelería.
- **Regresividad:** los hogares sancionados se concentraron en **estrato 2 (~50-59%) y estrato 3 (~29-30%)**; el ahorro fue mayor en estratos 5-6 (10% / 8,7%) que en 1-2 (5,8% / 7,8%). La medida pegó más fuerte donde menos margen hay.
- **Costo político:** "la medida más impopular"; tensión Distrito-Nación; cuestionamientos por actuar tarde.

7. Lo que esto significa para configurar alertas y coberturas

Familia	Trigger	Variable	Umbral configurable
Déficit estructural del activo	Nivel del embalse bajo su banda estacional histórica sostenido	EAAB/CAR nivel + baseline seasonal	< media mensual – Nσ por M días
Estrés de abastecimiento	Nivel × demanda proyectada vs días de autonomía	nivel + consumo (m³/s)	autonomía proyectada < N días
Déficit climático compuesto	ENSO Niño 3.4 > umbral + IDEAM declaratoria + nivel bajo	NOAA CPC + IDEAM + nivel	combinación con ventana temporal
Cartera de sistemas	Agregado de los 3 sistemas (Chingaza+Norte+Sur) bajo umbral	nivel de los 8 embalses	suministro agregado < X% por N días
Día Cero (alerta a comunidad)	Nivel del sistema dominante bajo umbral crítico	nivel Chingaza	< 36% (umbral oficial usado en 2024)

Cada trigger con audit log inmutable, backtest contra 2023-2024 y reproducibilidad por APIs públicas.

8. Cómo se reproduce y se audita este caso

```
import requests

# 1. Precipitación histórica de la cuenca de Chuza/Chingaza (ERA5, 44 años)
ERA5 = "https://archive-api.open-meteo.com/v1/archive"
params = {
    "latitude": 4.51, "longitude": -73.75, # cuenca Chuza / PNN Chingaza
    "start_date": "1980-01-01", "end_date": "2024-12-31",
    "daily": "precipitation_sum", "timezone": "America/Bogota",
}
historico = requests.get(ERA5, params=params).json()

# 2. ENSO oficial NOAA CPC
ONI = "https://psl.noaa.gov/data/correlation/oni.data"

# 3. Niveles del embalse: reportes diarios CAR Cundinamarca + boletines EAAB
```

(Chuza, Neusa, Sisga, Tominé ya ingeridos por Hidralia; San Rafael y
Sistema Sur vía boletín EAAB)

Nota de cobertura de datos. Hidralia ya ingiere **Chuza** (Chingaza) y **Neusa, Sisga, Tominé** (Sistema Norte, vía sync CAR). San Rafael, La Regadera, Chisacá y Los Tunjos provienen de boletines EAAB/CAR. El Sistema Chingaza no es un activo de generación, por lo que su seguimiento se basa en reportes EAAB/CAR, no en la XM API de despacho.

9. Mapeo al deck (caso 03 reanclado en Chingaza)

La narrativa pasa de "El Quimbo" a **Bogotá / Chingaza**, conservando a El Quimbo solo como barra de contraste. Patrón: **descubrimiento sobre el embalse específico** → **consecuencia global** → **local**.

- **Slide de descubrimiento:** dejar claro que el protagonista es **Chingaza, el embalse específico** cuya consecuencia se mostrará. Headline: "*En la peor sequía en 20 años, la cuenca que colapsó no era la que menos llovió.*" Gráfica de déficit con **Chingaza -22% resaltado** frente a El Quimbo -70%, con la nota "-22% de lluvia → 365 días de racionamiento". El cierre: el riesgo se lee en el embalse, no en la lluvia.
- **Slide de consecuencias (global → local):**
 - *Empezar nacional:* COP 1,7 billones en térmica forzada · +70% tarifa · SIN en mínimo de 20 años.
 - *Bajar a lo local (Bogotá/Chingaza):* **365 días de racionamiento** · casi **10 millones** de personas · Chingaza al **16%**, Chuza al **14,8%** · EAAB **-90.000 millones** · **26.330+ hogares** sancionados (sobre todo estratos 2 y 3).
- **Diorama:** usar el perfil de Chuza/Chingaza del deck (páramo a 2.990 msnm, frailejones, anillos de sequía en la orilla).

10. Fuentes

Sistema de abastecimiento

- Alcaldía de Bogotá, niveles de embalses 11-abr-2024: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/asi-estan-los-niveles-embalses-que-abastecen-agua-potable-bogota-2024>
- EAAB, sistemas de abastecimiento: <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/recurso-hidrico/embalses>

Niveles, cronología y levantamiento

- BBC Mundo 11-abr-2024 (Chuza 35/220 Mm³): <https://www.bbc.com/mundo/articulos/cv2jdrmjmezo>
- Parques Nacionales 18-nov-2024 (Chuza 14,8%): <https://www.parquesnacionales.gov.co/sala-prensa/noticias/la-recuperacion-de-los-embalses-de-chingaza-un-desafio-ecologico-ante-el-impacto-de-el-nino/>
- El Espectador 12-abr-2025 (histórico Chingaza, mín. 17%): <https://www.elespectador.com/bogota/el-agua-es-finita-leccion-uno-tras-365-dias-de-rationamiento-en-bogota/>
- France24 11-abr-2025 (peor crisis, levantamiento): <https://www.france24.com/es/am%C3%A9rica-latina/20250411-bogot%C3%A1-levanta-el-rationamiento-de-agua-tras-un-a%C3%B1o-de-crisis-h%C3%ADdrica>
- EAAB boletín levantamiento (46,7 Mm³, 12 municipios): <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/general/sala-de-prensa/boletines/detalle/bogota+levanta+rationamiento+agua+estabilizacion+niveles+chingaza>
- El País 11-abr-2025 (8M habitantes, récord LatAm): <https://elpais.com/america-colombia/2025-04-11/bogota-marca-un-record-entre-las-grandes-ciudades-latinoamericanas-que-sufren-la-crisis-del-agua.html>

Impacto económico y social

- La República 10-oct-2024 (EAAB -90.000 M): <https://www.larepublica.co/economia/acueducto-de-bogota-perdida-90-000-millones-en-2024-por-rationamientos-de-agua-3973137>
- Semana 28-ago-2024 (1.733 M, 26.330 usuarios): <https://www.semana.com/nacion/bogota/articulo/acueducto-de-bogota-cobro-1700-millones-a-mas-de-26000-usuarios-que-excedieron-el-consumo-de-agua-en-pleno-rationamiento/202448/>
- Bogotá.gov 29-oct-2024 (24.977 usuarios; jul-sep 4.254 M): <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/rationamiento-de-agua-en-bogota-24977-hogares-sancionados-por-consumo>
- El País 29-oct-2024 (CRA, 20-23% hogares): <https://elpais.com/america-colombia/2024-10-29/los-nuevos-cobros-para-desincentivar-el-consumo-de-agua-impactaran-al-20-de-los-hogares-en-bogota.html>
- Bogotá.gov 17-nov-2024 (ahorro por estrato/localidad): <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/rationamiento-de-agua-en-bogota-balance-tras-mas-de-6-meses-de-medida>
- Portafolio 14-abr-2024 (sectores económicos): <https://www.portafolio.co/economia/regiones/impacto-del-rationamiento-de-agua-en-los-sectores-economicos-de-bogota-602592>

- CCS 5-jul-2023 (productividad nacional 3,7 B, Bogotá 1,08 B):
<https://ccs.org.co/portfolio/mas-de-37-billones-de-pesos-en-perdidas-podria-dejar-el-fenomeno-de-el-nino-en-la-productividad-laboral-de-colombia/>
- Infobae 17-abr-2024 (multas, tarifas por estrato):
<https://www.infobae.com/colombia/2024/04/17/abece-de-las-sanciones-por-consumo-excesivo-de-agua-en-bogota-y-sus-alrededores/>

Climáticas / sistémicas (compartidas con el caso nacional)

- NOAA El Niño Advisory jun-2023: <https://www.weather.gov/news/230706-EINino>
- IDEAM declaratoria 3-nov-2023 (ver caso 2026-05-27_caso-el-nino-2023-2024.md §11)

Documento autocontenido. Toda cifra crítica reproducible contra fuente pública. Es la versión local/abastecimiento del caso El Niño 2023-2024; el documento sistémico nacional (2026-05-27) cubre el envelope eléctrico y por operador.
