



THEK RESEARCH INSTITUTE **LREM** LOW-FLOW RESERVOIR EVOLUTION MODEL



THEK RESEARCH INSTITUTE

LREM

LOW-FLOW RESERVOIR EVOLUTION MODEL

MAZAR - 2026

**APLICACIÓN DEL MÉTODO LREM PARA EL ESTIAJE Y APAGONES
EN ECUADOR**

THEK-LREM-MAZAR 2026

Estimación de severidad del estiaje, cota mínima, zonas de riesgo y
horas calculadas de apagón.

Marcelo Moncayo Theurer

THEK Research Institute

Versión 11 (V11) · octubre de 2026

hithek.com · research@hithek.com

RESUMEN

Este artículo presenta una aplicación específica para 2026 del método LREM (Low-Flow Reservoir Evolution Model) para Mazar–Apagones, organizado con la secuencia metodológica FGET–VRR–NFF desarrollada por Moncayo Theurer [11–13].

Este método no constituye una predicción determinística del fenómeno; solo cumple la función de modelar el fenómeno, para que su resultado se use como valor de referencia y la sociedad, los gobiernos locales y el Gobierno central puedan utilizarlo para proyectar sus planes de reacción y sus inversiones para aplacar los costos del fenómeno. Este modelo es una referencia prospectiva que puede usarse todos los años para saber cómo podría presentarse el fenómeno.

Se recomienda que este primer modelo se calibre con un número más amplio de años y con comportamientos futuros. También se recomienda utilizar la misma metodología para todas las represas del sistema e inclusive con el sistema completo, siguiendo la misma metodología; también se puede utilizar en otros países con fenómenos parecidos.

Los modelos matemáticos no representan la realidad, sino una abstracción de esta que permite sustentar matemáticamente valores y cantidades para utilizarlos en cálculos necesarios en la estimación de riesgos y daños. Se solicita a los investigadores que utilicen el método con seguridad y con altos conceptos técnicos; no debe ser utilizado para sensacionalismos ni para generar susto en la población.

THEK Research Institute sustenta la ciencia abierta utilizada de forma responsable. El propósito de estos modelos tiene la intención exclusiva de ser un método que trabaje por la resiliencia del Ecuador y del mundo, para ayudar a países y sociedades a prepararse mejor ante estos flagelos.

El procedimiento usa la pérdida de nivel de Mazar durante septiembre para construir el índice adimensional Invernal Type (I_T), calcula una trayectoria temporal de la cota y transforma esa cota en una estimación potencial de horas diarias de racionamiento.

Con los datos adoptados para 2026 se obtiene $I_T = 1.8831$.

La trayectoria central ubica el mínimo alrededor de 2114.08 m hacia el 9 de noviembre; la cota de 2115 m se cruza aproximadamente entre el 25–26 de octubre y el 24 de noviembre, lo que define una permanencia cercana a 29–30 días bajo ese umbral.

En el mínimo, la expresión de horas de apagón calcula aproximadamente 5.16 h/día. El artículo distingue de manera explícita entre el resultado matemático del modelo y la actualización operativa basada en observaciones reales.

Palabras clave: Mazar; Ecuador; estiaje; racionamiento eléctrico; apagones; Invernal Type; FGET; VRR; NFF; modelación energética.

1. INTRODUCCIÓN

Mazar cumple una función estratégica dentro del sistema hidroeléctrico ecuatoriano al regular recursos que alimentan el Complejo Paute Integral. La información técnica de CELEC establece 2153 m s. n. m. como cota máxima de operación y 2098 m s. n. m. como cota mínima técnica [6].

Para el análisis operativo de 2026 se incorpora además el nivel de 2115 m, citado en reportes públicos como referencia crítica de seguridad para la operación reciente [3]. Estos umbrales no significan lo mismo: 2098 m corresponde al límite técnico de diseño publicado por CELEC, mientras que 2115 m se utiliza aquí como referencia operativa de precaución.

La reducción del nivel de Mazar fue visible desde los primeros días de septiembre de 2026. PRIMICIAS reportó aproximadamente 2147 m para el 1 de septiembre, 2146.3 m para el 5 de septiembre y 2144.69 m para el 8 de septiembre [1].

Hacia el cierre del mes, el valor publicado más próximo fue 2132.94 m a las 18:00 del 29 de septiembre [2]. El 2 de octubre el nivel observado se situó en 2131.01 m [3]. Esta secuencia permite contrastar la evolución real del embalse con la trayectoria calculada por el modelo.

El propósito del estudio es documentar, con cálculos reproducibles, cómo se comporta la formulación THEK cuando se aplica al estiaje ecuatoriano de 2026. Para evitar confusiones, el análisis se divide en tres planos: resultado matemático de las ecuaciones, contraste con cotas observadas y escenario operativo actualizado a partir de la medición más reciente disponible.

La aplicación 2026 incorpora dos trayectorias complementarias dentro de LREM. La primera corresponde a la curva original del método, calibrada con los años 2022, 2023 y 2024. La segunda corresponde a la curva ajustada 2026, construida con las mediciones reales disponibles del embalse durante septiembre y comienzos de octubre. La comparación entre ambas trayectorias permite presentar, en un mismo análisis, la cota mínima, las zonas de riesgo y la evolución de las horas potenciales de

apagón del modelo original y del modelo ajustado al comportamiento observado en 2026.

2. MÉTODO LREM - APLICACIÓN MAZAR 2026

La arquitectura matemática procede de tres desarrollos del autor. FGET se utiliza como marco de exploración de familias de expresiones y relaciones candidatas [11]; THEK-VRR organiza la reducción, comparación y priorización de variables [13]; y NFF compacta relaciones sucesivas mediante anidamiento y reorganización de coeficientes [12].

En esta aplicación, esas tres capas conducen a una cadena simple: pérdida de cota en septiembre $\rightarrow I_T \rightarrow$ cota $Z(d) \rightarrow$ horas de apagón H . La formulación actual es específica del problema Mazar-Apagones, aunque su lógica de construcción pertenece al ecosistema metodológico THEK y se relaciona con otros trabajos de modelación desarrollados por el autor [8–29].

2.1. Índice Invernal Type

$$I_T = 1 + \frac{\Delta Z_{sep}}{16}$$

Ecuación (1a). Índice Invernal Type

$$\Delta Z_{sep} = Z_{1sep} - Z_{30sep} \quad (1b)$$

Donde:

ΔZ_{sep} = pérdida de cota entre el 1 y el 30 de septiembre;

Z_{1sep} = cota de Mazar el 1 de septiembre;

Z_{30sep} = cota de Mazar el 30 de septiembre.

I_T no tiene unidades. Su función es representar la severidad relativa del descenso de septiembre: si la pérdida es pequeña, el índice permanece cercano a 1; si la caída aumenta, I_T también lo hace. En este artículo es una escala interna del modelo.

2.2. Fórmula temporal de cota

$$Z(d) = \frac{-b_0}{2200} \left[\frac{I_T d^2}{141} - I_T d + 6663.51 \right]$$

Ecuación (2). Proyección temporal de la cota

Donde:

$Z(d)$ = cota proyectada de Mazar;

d = día contado desde el 1 de septiembre;

I_T = factor Invernal Type del año analizado;

b_0 = coeficiente empírico de la formulación temporal.

La localización temporal del mínimo se obtiene directamente de la geometría de la expresión cuadrática. La parte dependiente de d contiene el término $d^2/141 - d$; al derivarlo e igualarlo a cero se obtiene $d = 70.5$. Como $d = 1$ representa el 1 de septiembre, el vértice cae aproximadamente al mediodía del 9 de noviembre de 2026.

2.3. Fórmula final de horas potenciales de apagón

$$H = \frac{10620 I_T^{3.7} - 5 I_T^{3.7} Z}{100}$$

Ecuación (3). Horas potenciales de racionamiento

Donde:

H = horas potenciales de racionamiento por día;

I_T = factor Invernal Type del año analizado;

Z = cota de Mazar.

La expresión factorizada permite interpretar 2124 m como el punto de activación matemática de la fórmula de horas. Por encima de ese nivel, el valor algebraico es negativo y se impone $H = 0$ por criterio físico. Por debajo de 2124 m, la cantidad de horas aumenta conforme disminuye Z y conforme crece I_T .

Tabla 1. Variables principales del modelo.

Símbolo	Definición	Unidad
d	Número de día contado desde el 1 de septiembre	día
Z	Cota de Mazar	m s. n. m.
ΔZ_{sep}	Pérdida de cota entre 1 y 30 de septiembre	m
I_T	Índice Invernal Type	adimensional
H	Horas potenciales de racionamiento	h/día

3. DATOS DE ENTRADA PARA ECUADOR 2026

La aplicación 2026 conserva los datos empleados durante el desarrollo del modelo. Para el 1 de septiembre se adopta $Z_{1\text{sep}} = 2147.03$ m, compatible con el valor público aproximado de 2147 m [1]. Para el 30 de septiembre se utiliza $Z_{30\text{sep}} = 2132.90$ m como valor operativo de la serie THEK; el registro público citado más cercano es 2132.94 m el 29 de septiembre a las 18:00 [2].

Tabla 2. Datos usados en la aplicación 2026.

Dato	Valor usado	Referencia / condición
$Z_{1\text{sep}}$	2147.03 m	Serie THEK; reporte público ≈ 2147 m [1]
$Z_{30\text{sep}}$	2132.90 m	Valor de trabajo de cierre; 29-Sep = 2132.94 m [2]
$Z_{2\text{oct}}$ observado	2131.01 m	2-Oct-2026, 10:00 [3]
Caída reciente reportada	0.8-0.9 m/día	Ritmo citado por técnicos el 2-Oct [5]
Cota crítica operativa	2115 m	Nivel crítico reportado para salida de operación [3]
Cota mínima técnica	2098 m	Especificación técnica CELEC [6]

4. CÁLCULO PASO A PASO

4.1. Pérdida de cota durante septiembre

$$\Delta Z_{\text{sep}} = 2147.03 - 2132.90 = 14.13 \text{ m}$$

Cálculo (1). Caída adoptada durante septiembre de 2026

Con esos dos niveles, la pérdida mensual usada por el modelo es 14.13 m. El descenso supera el empleado para 2023 y es menor que el correspondiente al escenario de 2024, por lo que el año 2026 queda anticipadamente situado en una zona intermedia de severidad relativa.

4.2. Cálculo de I_T y tipo relativo de estiaje

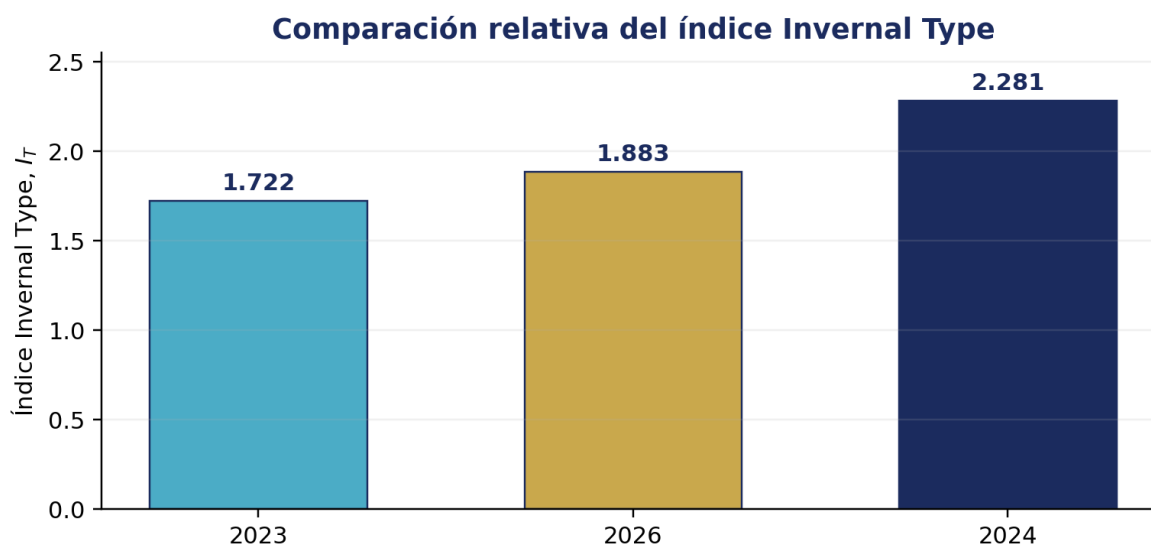
$$I_T = 1 + 14.13 / 16 = 1.8831$$

Cálculo (2). Invernal Type de 2026

En la calibración previa se obtuvieron aproximadamente $I_T = 1.7219$ para 2023 e $I_T = 2.2806$ para 2024. El valor 2026, $I_T = 1.8831$, se encuentra entre ambos: supera a 2023 en cerca de 9.4 % y queda aproximadamente 17.4 % por debajo de 2024.

Medido dentro del intervalo 2023–2024, 2026 se posiciona más próximo al caso 2023. Por ello se describe aquí como un estiaje intermedio-fuerte dentro de la escala relativa THEK, sin atribuirle una categoría oficial.

CLASIFICACIÓN RELATIVA 2026 Se denomina aquí estiaje intermedio-fuerte, pero más próximo al patrón de 2023 que al de 2024.



2026 queda entre 2023 y 2024 y más cerca del caso 2023.

Figura 1. Comparación de I_T para 2023, 2026 y 2024. 2026 queda entre ambos casos de calibración, con mayor proximidad a 2023.

4.3. Fecha y valor de la cota mínima

La fecha del mínimo se determina imponiendo derivada cero a la Ecuación (2). La condición $2d/141 - 1 = 0$ conduce a $d = 70.5$. Con el origen temporal fijado en el 1 de septiembre, este valor corresponde aproximadamente al 9 de noviembre de 2026 a las 12:00.

$$d_{\min} = 70.5 \rightarrow 9 \text{ noviembre 2026 (aprox.)}$$

Cálculo (3). Fecha geométrica del mínimo

$$Z_{\min} = Z(70.5) = 2114.08 \text{ m}$$

Cálculo (4). Cota mínima proyectada por la Fórmula 1

El valor mínimo resultante, 2114.08 m, se sitúa 0.92 m por debajo de la referencia operativa de 2115 m y, al mismo tiempo, permanece 16.08 m por encima del mínimo técnico de 2098 m publicado por CELEC [6]. En consecuencia, el escenario central entra en Alerta Roja de Máximo Riesgo de Apagón, pero no se aproxima al límite técnico de diseño.

4.4. ALERTA ROJA DE MÁXIMO RIESGO DE APAGÓN: COTA BAJO 2115 m

Para estimar cuánto tiempo permanece la trayectoria por debajo de 2115 m se resuelve $Z(d) = 2115$. La ecuación cuadrática produce dos intersecciones, una durante el descenso y otra durante la recuperación: $d = 55.84$ y $d = 85.16$.

Tabla 3. Ventana de Alerta Roja de Máximo Riesgo de Apagón según la Fórmula 1.

Evento	D	Fecha aproximada	Cota
Cruce descendente	55.84	25-26 oct. 2026	2115 m
Mínimo	70.50	9 nov. 2026	2114.08 m
Cruce ascendente	85.16	24 nov. 2026	2115 m

$$85.16 - 55.84 = 29.32 \text{ días}$$

Cálculo (5). Duración matemática por debajo de 2115 m

La separación entre ambas raíces es 29.32 días. Ese intervalo se interpreta como permanencia matemática por debajo de 2115 m, no como tiempo garantizado de indisponibilidad total de la central. La operación efectiva depende del manejo de caudales, despacho, disponibilidad de unidades y decisiones del operador, variables que no forman parte explícita de esta formulación.

La validación multianual de LREM muestra un ajuste de alta precisión en los años de referencia recientes, especialmente 2022, 2023 y 2024. En 2026, las observaciones públicas disponibles se sitúan por encima de la curva base, lo que describe un comportamiento más favorable y más alto del embalse. Por ello, junto con la trayectoria original del método, se plantea una curva ajustada 2026 conectada con los puntos reales medidos, con el fin de presentar ambos resultados dentro del mismo marco metodológico.

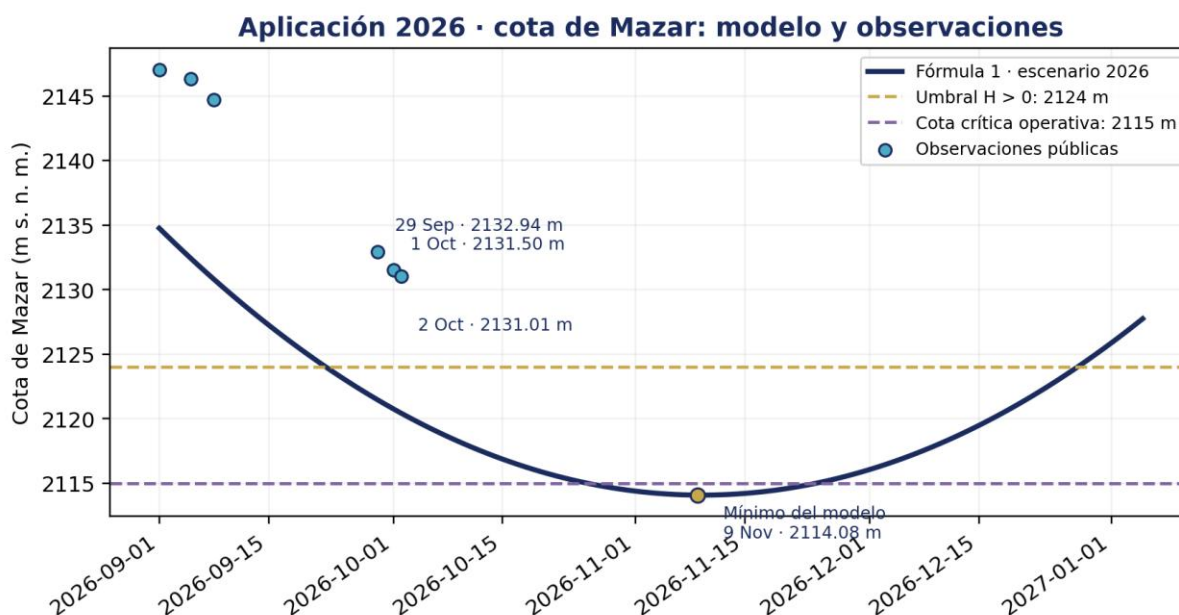


Figura 2. Trayectoria de cota calculada por la Fórmula 1 y observaciones públicas disponibles en 2026. La lectura conjunta del modelo base y de los datos observados fundamenta la construcción de una curva ajustada 2026.

4.5. Horas potenciales de racionamiento en el escenario central

Sustituyendo $I_T = 1.8831$ y $Z = 2114.08$ m en la expresión final de horas se obtiene el máximo del escenario central del método original, aproximadamente 5.16 h/día. Aplicando la misma ecuación sobre la curva ajustada 2026, el máximo asociado desciende a aproximadamente 1.00 h/día.

$$H_{\max} = 0.05 (1.8831)^{3.7} (2124 - 2114.08) = 5.16 \text{ h/día}$$

Cálculo (6). Máximo de horas potenciales de racionamiento

Tabla 4. Sensibilidad de horas frente a la cota para $h_T = 1.8831$.

Cota Z	Interpretación	H estimada
2124 m	Umbral matemático	0.00 h/día
2120 m	Descenso moderado bajo el umbral	2.08 h/día
2115 m	Cota operativa crítica	4.68 h/día
2114.08 m	Mínimo proyectado 2026	5.16 h/día

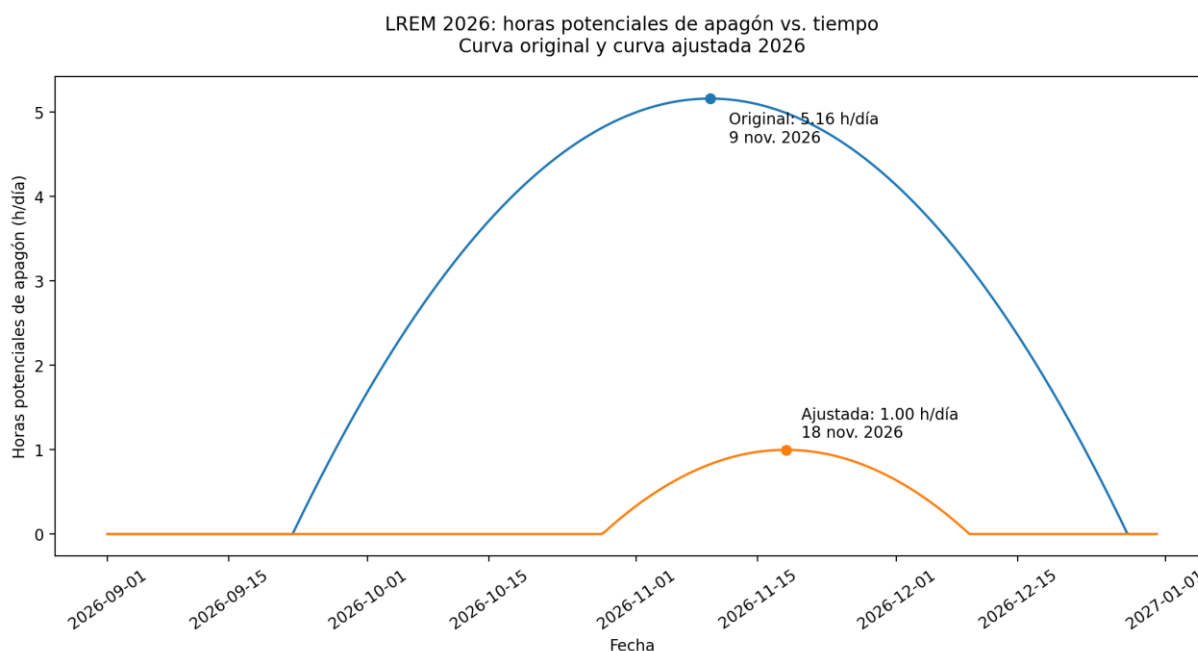


Figura 3. Horas potenciales de apagón al aplicar la Fórmula 2 sobre la trayectoria original $Z(d)$ y sobre la curva ajustada 2026. La curva original alcanza aproximadamente 5.16 h/día, mientras la curva ajustada 2026 alcanza aproximadamente 1.00 h/día.

4.6. ZONAS DE RIESGO LREM PARA 2026

ZONA DE RIESGO MEDIO. En el escenario central del método original se presenta cuando $H > 0$ y la cota de Mazar permanece sobre 2115 m. En esta zona, LREM calcula posibles horas de apagón mayores que 0 y hasta 4.68 h/día. En la curva ajustada 2026, la zona de riesgo medio también aparece, con una trayectoria más alta y más favorable del embalse, y con horas máximas cercanas a 1.00 h/día.

ALERTA ROJA DE MÁXIMO RIESGO DE APAGÓN. En el escenario central del método original se presenta cuando la cota de Mazar baja de 2115 m. Para 2026, LREM calcula esta etapa desde el 25 de octubre hasta el 24 de

noviembre, con 4.68 a 5.16 h/día y un máximo de 5.16 h/día el 9 de noviembre. En la curva ajustada 2026, la trayectoria se mantiene por encima de 2115 m y concentra todo el análisis en una franja de riesgo medio.

5. ESCENARIO ACTUALIZADO 2026: CURVA ORIGINAL Y CURVA AJUSTADA

La aplicación 2026 queda representada en dos lecturas complementarias. La primera corresponde a la curva original del método LREM, construida con $I_T = 1.8831$ a partir de la pérdida de septiembre y que se ajusta al comportamiento de la sequía en 2022, 2023 y 2024. La segunda corresponde a una curva ajustada a las lecturas reales que se están tomando en el embalse de Mazar en 2026, obtenida al conectar la forma general de LREM con los puntos reales medidos y publicados durante septiembre y el 2 de octubre de 2026.

Para construir la curva ajustada se evalúa la diferencia entre la curva original y las observaciones reales disponibles del 1, 5 y 8 de septiembre, 29 de septiembre y 2 de octubre. Esa diferencia se representa mediante una corrección residual lineal $R(d) = -0.0749 d + 13.6073$, y la nueva trayectoria queda expresada como $Z_{aj}(d) = Z(d) + R(d)$. En forma expandida, la curva ajustada queda: $Z_{aj}(d) = 0.00427983 d^2 - 0.67831929 d + 2148.95941$.

5.1. Resultado de la curva ajustada 2026

La curva ajustada conduce a una cota mínima de 2122.08 m, ubicada alrededor del 18 de noviembre de 2026. Esta trayectoria actualizada sitúa el comportamiento 2026 en una condición más alta y más favorable del embalse respecto del escenario central del modelo original.

$$7.01 / 0.9 = 7.8 \text{ días} \quad | \quad 7.01 / 0.8 = 8.8 \text{ días}$$

Cálculo (7). Tiempo desde la observación del 2-Oct hasta 2124 m

Con la curva ajustada, el umbral de 2124 m se cruza aproximadamente el 28 de octubre de 2026 y se recupera alrededor del 9 de diciembre de 2026, lo que produce una permanencia de 42.34 días por debajo de 2124 m. La trayectoria ajustada permanece íntegramente por encima de 2115 m durante todo el período y concentra el análisis en la Zona de Riesgo Medio. Al

aplicar la ecuación de horas sobre la cota mínima ajustada, el máximo asociado es aproximadamente 1.00 h/día. En términos operativos, esta lectura representa un régimen sin apagones generalizados, porque una exigencia de esa magnitud puede ser absorbida mediante distintas medidas de gestión energética adoptadas por el Gobierno.

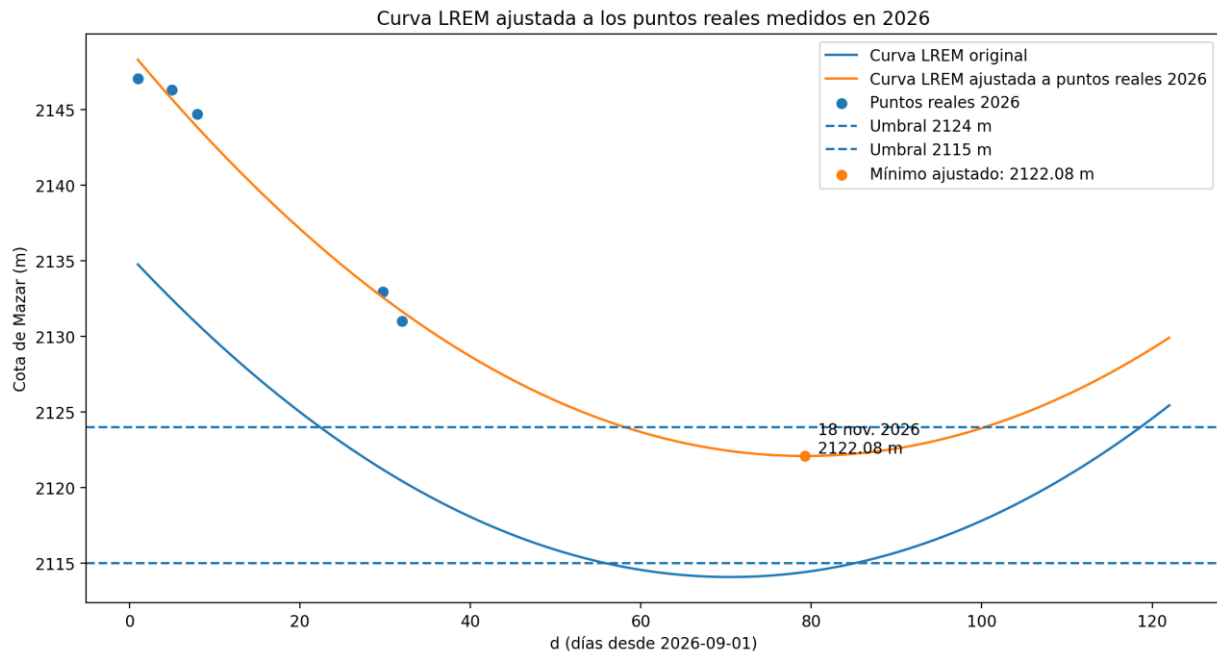


Figura 4. Curva original LREM, curva ajustada 2026 y puntos reales medidos en 2026. La curva ajustada conserva la forma del método y se conecta con los datos observados, proyectando una cota mínima de 2122.08 m hacia el 18 de noviembre de 2026, con permanencia bajo 2124 m entre el 28 de octubre y el 9 de diciembre, y sin descenso bajo 2115 m.

5.2. Lectura conjunta del método

La lectura conjunta fortalece la aplicación 2026. El método original conserva la estructura completa de LREM y entrega el escenario central de severidad; la curva ajustada incorpora la información real más reciente de 2026 y describe una evolución más alta, más positiva y más favorable del embalse. De este modo, el paper presenta simultáneamente el resultado estructural del método y la actualización operativa asociada a los datos medidos en 2026. La primera curva resume la formulación base que se ajusta con alta precisión a los años recientes de referencia, especialmente 2022, 2023 y 2024; la segunda curva introduce la corrección 2026 a partir de las mediciones reales del año. En conclusión, si el comportamiento de 2026 llega a parecerse al de 2023 y 2024, debe usarse la proyección que está al inicio de este paper; si la tendencia de 2026 se mantiene, deben considerarse los valores prospectivos ajustados a 2026. Por experiencia del modelador, la curva más probable es la ajustada a 2026, la menos severa y la que nos indica que no habrá apagones.

6. RESULTADOS CONSOLIDADOS PARA 2026

Tabla 5A. Resultados de la curva original LREM calibrada con 2022, 2023 y 2024.

Indicador	Resultado 2026	Interpretación
ΔZ septiembre	14.13 m	Caída usada para construir I_r
I_r	1.8831	Intermedio-fuerte; más cercano a 2023
Cota mínima del modelo	2114.08 m	Escenario original LREM
Fecha del mínimo	9 nov. 2026	$d = 70.5$
Entrada bajo 2115 m	25-26 oct. 2026	Ingreso a Alerta Roja en la curva original
Salida sobre 2115 m	24 nov. 2026	Salida de Alerta Roja en la curva original
Tiempo bajo 2115 m	29.32 días	$\approx 29-30$ días
H en 2115 m	4.68 h/día	Horas potenciales
H máxima	5.16 h/día	En $Z_{\min} = 2114.08$ m
Zona de Riesgo Medio	$H > 0$ y $Z > 2115$ m	Tramo previo y posterior a la Alerta Roja
Alerta Roja de Máximo Riesgo de Apagón	25 oct. - 24 nov. 2026	$Z < 2115$ m; máximo 5.16 h/día el 9 nov.

Tabla 5B. Resultados del modelo ajustado a las mediciones reales de 2026.

Indicador	Resultado ajustado 2026	Interpretación
Cota mínima ajustada	2122.08 m	Curva conectada con los puntos reales medidos en 2026
Fecha del mínimo ajustado	18 nov. 2026	d = 79.25
Período $Z < 2124$ m	28 oct. - 9 dic. 2026	42.34 días en Zona de Riesgo Medio
Condición respecto a 2115 m	$Z > 2115$ m	La trayectoria permanece íntegramente en Zona de Riesgo Medio
H máxima ajustada	1.00 h/día	Aplicada en $Z_{\min}$ ajustada = 2122.08 m
Régimen de riesgo	Zona de Riesgo Medio	La curva ajustada permanece sobre el umbral de Alerta Roja
Lectura operativa	Sin apagones generalizados	La exigencia máxima aproximada de 1.00 h/día puede ser cubierta con diferentes medidas energéticas y de gestión

7. DISCUSIÓN

La comparación entre escenarios muestra la fortaleza metodológica de LREM. La curva original resume la severidad estructural derivada del I_T y ubica el mínimo del escenario central en 2114.08 m; la curva ajustada, conectada con las observaciones reales de 2026, ubica un mínimo más alto de 2122.08 m. Ambas lecturas se complementan y ofrecen una visión robusta del comportamiento del embalse.

El desempeño histórico del método es especialmente sólido en 2022, 2023 y 2024, años en los que la formulación mostró una alta precisión frente a las cotas reales. Sobre esa base se construye la primera curva del paper. Al incorporar las mediciones reales de septiembre y del 2 de octubre de 2026, aparece la segunda curva, que desplaza la trayectoria hacia valores más altos y más favorables del embalse.

El hallazgo metodológico más útil de la prueba 2026 es la coexistencia de dos resultados técnicos complementarios: un escenario central generado por la formulación original y un escenario actualizado que conecta la curva con los puntos reales medidos en 2026. La comparación de las curvas de horas muestra una diferencia igualmente clara: la curva original conduce a un máximo de 5.16 h/día, mientras la curva ajustada conduce a aproximadamente 1.00 h/día.

La combinación de FGET, VRR y NFF permite precisamente esta lectura doble: una estructura principal estable y una actualización operativa coherente con el año en curso. Esta arquitectura fortalece la utilidad del método para interpretar estiajes, ventanas de riesgo y cotas mínimas con una base matemática consistente.

En la aplicación 2026, esa integración conduce a una conclusión clara: el comportamiento real del embalse se presenta por encima de la curva base y define una proyección más favorable, concentrada en una franja bajo 2124 m y completamente sobre 2115 m dentro de la curva ajustada. Por ello, la curva ajustada representa una condición en la que no se proyectan apagones generalizados, ya que la exigencia máxima de aproximadamente 1.00 h/día puede ser cubierta con distintas medidas operativas y energéticas.

8. CONCLUSIONES

1. Con los datos adoptados, el índice resulta $I_T = 1.8831$. Dentro de la escala relativa construida con 2023 y 2024, el estiaje 2026 se ubica en una condición intermedia-fuerte y más próxima a 2023.
2. La trayectoria temporal del método original calcula una cota mínima cercana a 2114.08 m, localizada alrededor del 9 de noviembre de 2026.
3. En el escenario original, la curva permanece por debajo de 2115 m durante aproximadamente 29.32 días, desde el 25 de octubre hasta el 24 de noviembre de 2026.
4. Al nivel de 2115 m la ecuación de horas produce cerca de 4.68 h/día, y en el mínimo de 2114.08 m alcanza aproximadamente 5.16 h/día en el escenario original.
5. La curva ajustada 2026, conectada con los puntos reales medidos, proyecta una cota mínima de 2122.08 m alrededor del 18 de noviembre de 2026.
6. En la curva ajustada, el período con cota menor a 2124 m se extiende del 28 de octubre al 9 de diciembre de 2026, con una duración aproximada de 42.34 días.
7. En la curva ajustada 2026, la trayectoria se mantiene por encima de 2115 m durante todo el período analizado y, al aplicar la ecuación de horas en la cota mínima ajustada, el máximo asociado es aproximadamente 1.00 h/día.

8. La fase con $H > 0$ y cota superior a 2115 m se denomina Zona de Riesgo Medio. El método original y la curva ajustada permiten caracterizar esta zona, y la curva ajustada la concentra como escenario dominante para 2026.
9. La comparación entre la curva original y la curva ajustada presenta los dos resultados técnicos de la aplicación 2026: una trayectoria estructural del método y una trayectoria conectada con los datos reales medidos en el año, ambas integradas dentro del marco LREM. En términos operativos, la curva ajustada describe una condición sin apagones generalizados, porque la exigencia máxima aproximada de 1.00 h/día puede ser cubierta con distintas medidas del sistema.

9. REFERENCIAS

- [1] PRIMICIAS. (2026, 8 septiembre). El nivel de agua del embalse de Mazar cae en la primera semana de septiembre de 2026, mes de inicio del estiaje en Ecuador. [Enlace](#)
- [2] PRIMICIAS. (2026, 30 septiembre). Ecuador requiere 1.650 MW en nueva generación hasta 2027, más de lo que produce Coca Codo Sinclair. Incluye cota de Mazar de 2132.94 m a las 18:00 del 29 de septiembre. [Enlace](#)
- [3] PRIMICIAS. (2026, 2 octubre). Así está el embalse de Mazar este 2 de octubre de 2026. Incluye cota 2131.01 m y referencias operativas de 2115 m y 2098 m. [Enlace](#)
- [4] PRIMICIAS. (2026, 1 octubre). Gobierno extiende 24 horas más la desconexión eléctrica para las empresas de alto consumo. [Enlace](#)
- [5] PRIMICIAS. (2026, 2 octubre). Embalse de Mazar podría tocar su nivel crítico en 18 días si no aumentan las lluvias, según expertos. Reporta descenso de 0.8–0.9 m/día. [Enlace](#)
- [6] CELEC EP – CELEC Sur. Central Hidroeléctrica Paute Mazar – información técnica. Cota máxima de operación 2153 m y cota mínima técnica 2098 m. [Enlace](#)
- [7] PRIMICIAS. (2026, 21 septiembre). Desconexión eléctrica a las empresas con alto consumo comienza el 22 de septiembre; la mayoría está en Guayas. [Enlace](#)

Referencias de Marcelo Moncayo Theurer y corpus metodológico THEK

- [8] Moncayo Theurer, M. (2016). Enfoque de energía sísmica liberada: en busca de las características del comportamiento sísmico de Ecuador e identificación de las amenazas sísmicas. *Alternativas*, 17(3), 224–230. DOI: 10.23878/alternativas.v17i3.231. [DOI / recurso](#)
- [9] Moncayo Theurer, M. (2026). Seismic Energy Release Risk Assessment (SERRA) — A Physical Energy-Based Framework for Seismic Behavior Characterization, Reactivation Stage Identification, and Seismic Risk Mapping. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.21989825. [DOI / recurso](#)
- [10] Moncayo Theurer, M. (2026). Empirical Validation of the Seismic Energy Release Method SERRA / MEL. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20588267. [DOI / recurso](#)

- [11] Moncayo Theurer, M. (2026). Formula Genomics and Evolution Theory (FGET) — Teoría Genómica y Evolutiva de las Fórmulas. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20780971. [DOI / recurso](#)
- [12] Moncayo Theurer, M. (2026). Nested Formula Framework (NFF): A Hierarchical Framework for Mathematical Discovery Through Recursive Coefficient Nesting. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20781769. [DOI / recurso](#)
- [13] Moncayo Theurer, M. (2026). THEK-VRR: Variable Reduction and Ranking — A Systematic Methodology for Variable Selection, Reduction, and Prioritization in Complex Systems. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.21897648. [DOI / recurso](#)
- [14] Moncayo Theurer, M. (2026). THEK-SPOT — Structural Period Estimation Technique. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.21896398. [DOI / recurso](#)
- [15] Moncayo Theurer, M. (2026). Soil Spring Model (SSM): Validated Empirical Correlations for Soil Spring Coefficient Estimation in Clay Soils Derived Through the Nested Formula Framework (NFF). Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.21447728. [DOI / recurso](#)
- [16] Moncayo Theurer, M. (2026). SECA-GM — Severe Earthquake Consequence Assessment: Global Modeling Method. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22090999. [DOI / recurso](#)
- [17] Moncayo Theurer, M. (2026). SECA-DM — Severe Earthquake Consequence Assessment: Discrete Modeling Method. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22259797. [DOI / recurso](#)
- [18] Moncayo Theurer, M. (2026). HUIRA — Hybrid Urban Inspection and Risk Assessment. Paper I: Methodological Framework, Evolution and Risk Assessment Architecture. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22260627. [DOI / recurso](#)
- [19] Moncayo Theurer, M. (2026). HUIRA — Hybrid Urban Inspection and Risk Assessment. Paper II: Applications, Calculations and Urban Risk Assessment. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22260900. [DOI / recurso](#)
- [20] Moncayo Theurer, M. (2026). EDEM — Einsteinian Tensor Dual Elimination Method for $n \times n$ Linear Systems. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22355101. [DOI / recurso](#)
- [21] Moncayo Theurer, M. (2026). THEK-SER: Spectrum-Equivalent Reconstruction Method — Mathematical Formulation, Dynamic Modulation, Spectral Compression, and Validation Architecture. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22366511. [DOI / recurso](#)
- [22] Moncayo Theurer, M. (2026). RRAM — Real-Record Attenuation Method: FGET-VRR-NFF Architecture and Development of the Attenuation Laws. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22649683. [DOI / recurso](#)
- [23] Moncayo Theurer, M. (2026). RRAM — Real-Record Attenuation Method: Structural Evolution and Second-Generation Attenuation Law — Paper II. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22650007. [DOI / recurso](#)
- [24] Moncayo Theurer, M. (2026). CUBEL — Hierarchical Binary Matrix Encoding for Multidimensional Symbolic Information. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22650455. [DOI / recurso](#)
- [25] Moncayo Theurer, M. (2026). DDS — Ductility Design Spectra: Inelastic Ductility Design Spectra — Methodology, State of the Art, and Regional Application. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22740254. [DOI / recurso](#)
- [26] Moncayo Theurer, M. (2026). SDR — Seismic Ductility Reduction: A Code-Oriented Proposal for Guayaquil and the Seismic Reduction Factor. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22741164. [DOI / recurso](#)

- [27] Moncayo Theurer, M. (2026). SIRR — Slope Intersection Reduced Reconstruction Method. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22741735. DOI / recurso
- [28] Moncayo Theurer, M. (2026). PRISM — Physical Response-Integrated Seismic Methodology. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22743630. DOI / recurso
- [29] Moncayo Theurer, M. (2026). SeSDA — Sequential Seismic Degradation Analysis: Structural Design for Seismic Sequences and Service-Life Assessment Using the Ductility Degradation Law (DuDeL). Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22744417. DOI / recurso
- [30] Moncayo Theurer, M. (2026). AI-Driven Automated Scientific News Generation and Dissemination System Using Large Language Models and Telegram Integration. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20361837. DOI / recurso
- [31] Moncayo Theurer, M. (2026). ProfeBot: A Low-Cost Generative AI Assistant for Earthquake Engineering Education in Latin America. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20781606. DOI / recurso
- [32] Moncayo Theurer, M. (2000). Energy Released Approach: trabajos de caracterización sísmica del Ecuador presentados en la 6th International Conference on Seismic Zonation, Oakland, California.
- [33] Moncayo Theurer, M. (2003–2005). Mapa de potencialidad sísmica para Guayaquil y Ecuador / identificación de fuentes de amenaza sísmica (SIGSAs). Proyecto Semilla, ESPOL. Repositorio CEDIA/SENECYT. DOI / recurso
- [34] Moncayo Theurer, M., et al. (2017). Análisis sobre la recurrencia de terremotos severos en Ecuador. PRISMA Tecnológico, 8(1), 12–17.
- [35] Moncayo Theurer, M., Velasco, G., Mora, C., Montenegro, M., & Córdova, J. (2017). Terremotos mayores a 6.5 ocurridos en Ecuador desde 1900 hasta 1970. Ingeniería—Revista Académica de la FI-UADY, 21(2), 55–64.
- [36] Moncayo Theurer, M. (2022). Nuevas leyes de atenuación ajustadas a registros actuales y reales. Documento técnico de investigación; antecedente de THEK-RRAM.
- [37] Moncayo Theurer, M. (2026). LREM — Modelo de Evolución de Embalses en Estiaje: formulación FGET-VRR-NFF y aplicación al embalse Mazar. Zenodo. <https://zenodo.org/records/23145585>

Citación sugerida

Moncayo Theurer, M. (2026). Aplicación 2026 del modelo integrado Mazar–Apagones: estimación de severidad del estiaje, cota mínima, ventana crítica y horas potenciales de racionamiento eléctrico en Ecuador. THEK Research Institute, Technical Paper, Versión 8 (V8).

Autoría y contacto

Conceptualización, formulación metodológica y desarrollo del modelo: M.Sc. (TUM) Marcelo Moncayo Theurer, THEK Research Institute. ORCID: 0000-0002-8456-1571. Contacto institucional: research@hithek.com.



THEK Research Institute



Research · Collaboration · Courses · Conferences · Consulting · Licensing
hithek.com · research@hithek.com
Transforming Knowledge into Solutions.

