



**Instituto Nacional de Sismología,
Vulcanología, Meteorología e
Hidrología de Guatemala**

ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN (ICOS)

JULIO

2025



Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda

Guatemala, Centroamérica.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

Departamento de Investigación y Servicios Hídricos

Sección de calidad de agua y aire

Director

Ing. Edwin Aroldo Rojas Domingo

Elaborado por:

M.Sc. Carlos Javier Chicojay Morales (Ing. Amb.)

Br. Jaqueline Ana Luisa Cruz Noriega

M.Sc. Juan Fernando Valladares Morales (Ing. Qco)

Ing. Amb. Luis Carlos José Hernández Sosa

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

Dirección: 7ª. Avenida 14-57 zona 13, Colonia Nueva Aurora.

Teléfono: 2310-5000

Sitio web: <http://insivumeh.gob.gt/>

Símbolos

<	Menor que
>	Mayor que
$\mu\text{S/cm}$	Microsiemens por centímetro
mg/L	Miligramos por litro
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrógeno
°C	Grados Centígrados
ppm	Partes por millón
SS	Sólidos Suspendidos
SST	Sólidos Suspendidos Totales

Glosario

Calidad del agua	Término que se utiliza para describir las características fisicoquímicas y biológicas del agua (Chavarro y Gélvez, 2016).
Código de estación	Número que identifica la vertiente, la cuenca y el río, de las ubicaciones de las estaciones hidrológicas que pertenecen a la red de monitoreo de INSIVUMEH.
Cuenca hidrográfica	Territorio drenado por un único sistema y que sus aguas dan al mar u océano a través de un río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico (Gutierrez, 2011).
Cuerpo de agua dulce	Es cualquier extensión que se encuentra en la superficie terrestre o en el subsuelo; tanto en estado líquido como sólido (Pantaleón y Tineo, 2017), en este boletín se hace referencia únicamente a ríos lagos y lagunas
Muestra	La parte representativa, a analizar, de los cuerpos de agua (Acuerdo Gubernativo 236, 2006).
Parámetro	Es la variable que identifica una característica de cuerpos de agua, asignándole un valor numérico (Acuerdo Gubernativo 236, 2006).
Tratamiento previo	Cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de los cuerpos de agua (Acuerdo Gubernativo 236, 2006).
Vertiente hidrográfica	Conjunto de cuencas fluviales cuyas aguas vierten en el mismo mar u océano (Universidad de Murcia, 2020).

1. Introducción

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH-, es una institución técnico-científica, que contribuye a la generación de información atmosférica, geofísica e hidrológica. El Departamento de Investigación y Servicios Hídricos se encarga del monitoreo y vigilancia de los principales recursos hídricos del país, específicamente en lo relacionado con niveles de ríos, lagos y monitoreo del océano Pacífico y Atlántico.

El INSIVUMEH, a través del Laboratorio de Hidroquímica lleva a cabo el monitoreo de calidad de los principales ríos, lagos y lagunas del país; el cual se realiza en los cuerpos de agua que conforman la red de puntos de monitoreo, realizando análisis fisicoquímicos para luego evaluar sus índices de contaminación.

Durante el mes de julio se llevó a cabo la toma de muestras y análisis de 3 puntos de monitoreo en distintas ubicaciones dentro del país, que se muestran en la figura 1.

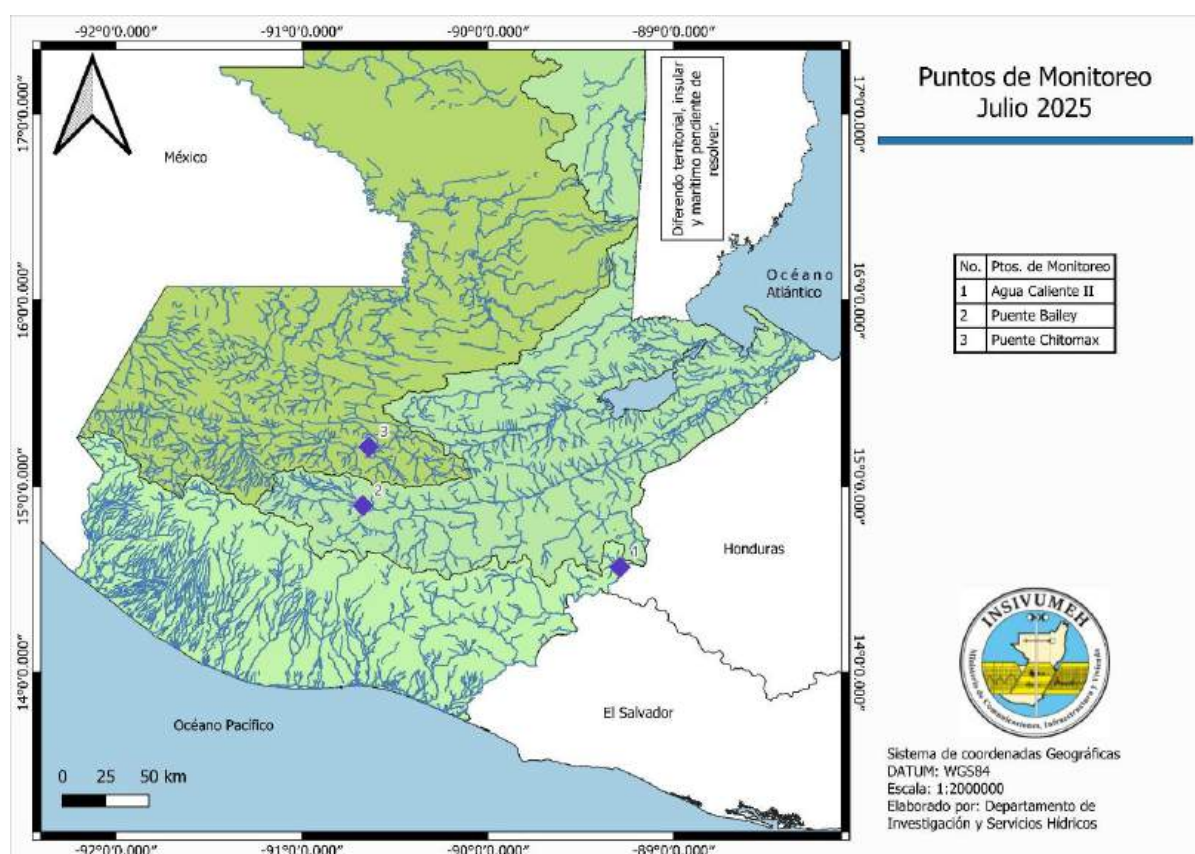


Figura 1. Puntos de monitoreo del mes de julio de 2025

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

2. Índices De Contaminación (ICO)






En el presente informe, se evaluaron tres índices de contaminación, los cuales se basan en la definición de variables representativas. Dichas variables son divididas en grupos de variables fisicoquímicas que implican un aporte al mismo tipo de contaminación ambiental. Por ello, a través de la implementación de correlaciones entre variables, se definen las ecuaciones para cada uno de los índices de contaminación (Ramírez, Restrepo y viña, 1997).

La aplicación de estas ecuaciones se encuentra dirigida a los puntos de monitoreo de la red de INSIVUMEH realizados en el mes de julio de 2025.

3. Grados de contaminación del agua

Los grados de contaminación se clasifican en 5 escalas, para la clasificación en “Ninguna”, los cuerpos de agua pueden ser puros o con aportes biogénicos; en la clasificación “Baja” indica que los cuerpos de agua contienen leve incidencia antrópica a diferencia de la clasificación “Media” en la cual la incidencia es notable. En la clasificación Alta y Muy Alta la incidencia en la contaminación es importante y muy contaminada, respectivamente.

Cuadro 1. Grados de contaminación del agua

Clasificación	Escala	Color
Ninguna	0 – 0,2	
Baja	0,2 – 0,4	
Media	0,4 – 0,6	
Alta	0,6 – 0,8	
Muy alta	0,8 – 1	

Fuente: Ramírez A., Restrepo R. y Viña G.,1997

4. Índices evaluados

A continuación, se describen las ecuaciones para cada uno de los cálculos efectuados para obtener los ICOS:

4.1. Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)

El índice de contaminación por mineralización expresa el valor promedio de los índices de tres variables: la conductividad que refleja los sólidos disueltos presentes, la dureza que muestra el contenido de cationes calcio y magnesio, y la alcalinidad que refleja la concentración de aniones carbonatos y bicarbonatos.

$$ICOMI = \frac{1}{3}(I_{Conductividad} + I_{Dureza} + I_{Alcalinidad})$$

$-I_{Conductividad}$: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

- $I_{Conductividad} = -3.26 + 1.34 \text{ conductividad } (\mu\text{S/cm})$
- $I_{Conductividad} = 10^{I_{Conductividad}}$
- Conductividades mayores a 270 $\mu\text{S/cm}$, tienen un índice de conductividad = 1.

$-I_{Dureza}$: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

- $I_{Dureza} = -9.09 + 4.40 \text{ dureza } (\text{g/m}^3)$
- $I_{Dureza} = 10^{I_{Dureza}}$
- Durezas mayores a 110 g/m^3 , tienen un índice de dureza = 1.
- Durezas menores a 30 g/m^3 , tienen un índice de dureza = 0.

$-I_{Alcalinidad}$: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

- $I_{Alcalinidad} = -0.25 + 0.005 * \text{alcalinidad } (\text{g/m}^3)$
- Alcalinidades mayores a 250 g/m^3 , tienen un índice de alcalinidad = 1.
- Alcalinidades menores a 50 g/m^3 , tienen un índice de alcalinidad = 0.

(Ramírez, Restrepo, y Viña, G, 1997)

4.2. Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)

El índice de contaminación por sólidos suspendidos se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos, debido a que este parámetro se relaciona directamente con la contaminación por compuestos inorgánicos.

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 * \text{Sólidos suspendidos (g/m}^3\text{)}$$

- Sólidos suspendidos mayores a 340 g/m³, tienen ICOSUS = 1.
- Sólidos suspendidos menores a 10 g/m³, tienen ICOSUS = 0.

(Ramírez, Restrepo, y Viña, G, 1997)

4.3. Índice de contaminación por potencial de Hidrógeno (ICOpH)

El índice por contaminación por potencial de hidrógeno es una medida de la contaminación generada en un cuerpo de agua, por una variación en el rango normal de pH (tomando como base pH = 7). El cálculo del índice se realiza de la siguiente manera:

$$ICO_{pH} = \frac{e^{-31.08+3.45 \cdot pH}}{1 + e^{-31.08+3.45 \cdot pH}}$$

(Ramírez, Restrepo y Cardeñosa, 1999).



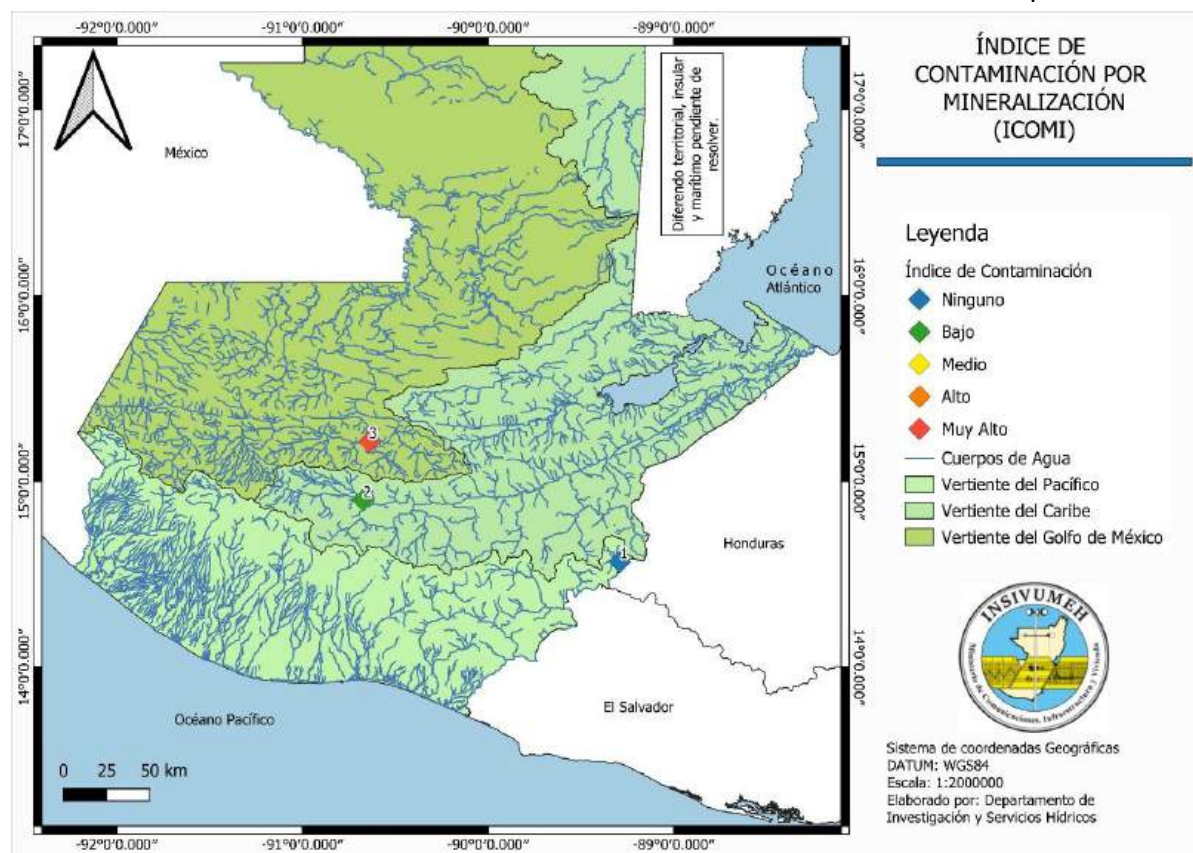
Figura 2. Toma de muestra de agua superficial, Puente Bailey, Quiché.

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

5. Resultados

5.1. Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), figura 3, se puede observar



que, de los 3 puntos analizados, 1 punto presentan un grado de contaminación “Muy Alto”, 1 punto posee un ICOMI considerado “Bajo” y 1 punto analizado con índice de contaminación “ninguno”, es decir, que los valores de minerales como calcio y magnesio no representan un tipo de contaminación significativa para estos cuerpos de agua. Además, en la figura 4, se muestran los valores de cada ICOMI calculado, así como su categoría.

Estos resultados no implican que los cuerpos de agua no puedan ser utilizados para otras actividades; más bien, implica la necesidad de realizar un tratamiento previo para que los parámetros cumplan con los límites establecidos por normas y/o valores guía según la actividad.

Figura 3. Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

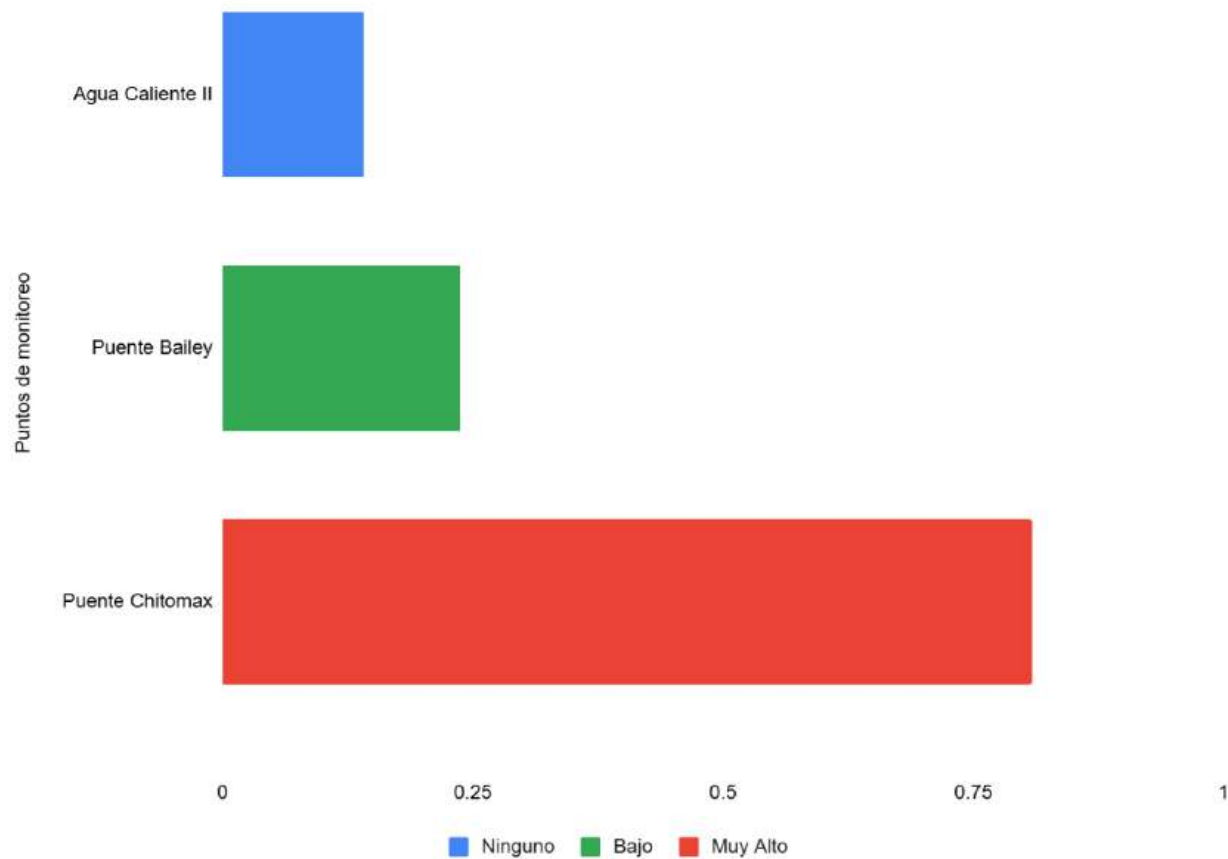


Figura 4. Resultados para el índice de contaminación por mineralización – ICOMI julio 2025

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

5.2. Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)

Conforme a los resultados de la figura 5, se muestra que, de los 3 puntos monitoreados, 1 punto posee un valor de ICOSUS

considerado “Bajo”, mientras que los 2 puntos restantes presentan un índice de contaminación “ninguno”, es decir, los valores obtenidos del parámetro necesario para el cálculo del índice, no representa un riesgo de contaminación por compuestos inorgánicos, sólidos o material inorgánico en dichos cuerpos de agua. Es fundamental continuar con el monitoreo y al mismo tiempo buscar la reducción de las diferentes fuentes de contaminación a los cuerpos de agua en cuestión.

Cada grado de contaminación se encuentra descrito en la sección 3. Además, en la figura 6 se muestran los valores de cada ICOSUS calculado, así como su categoría.

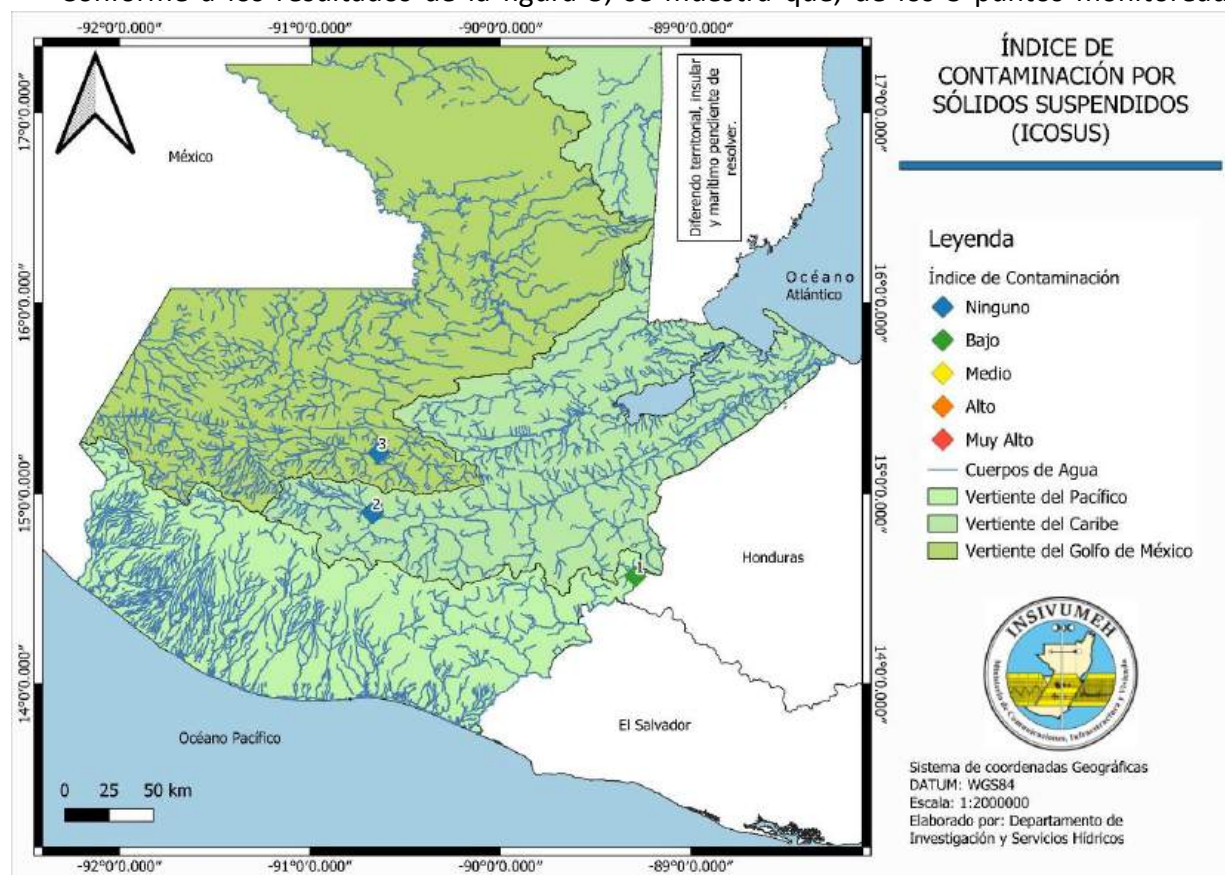


Figura 5. Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

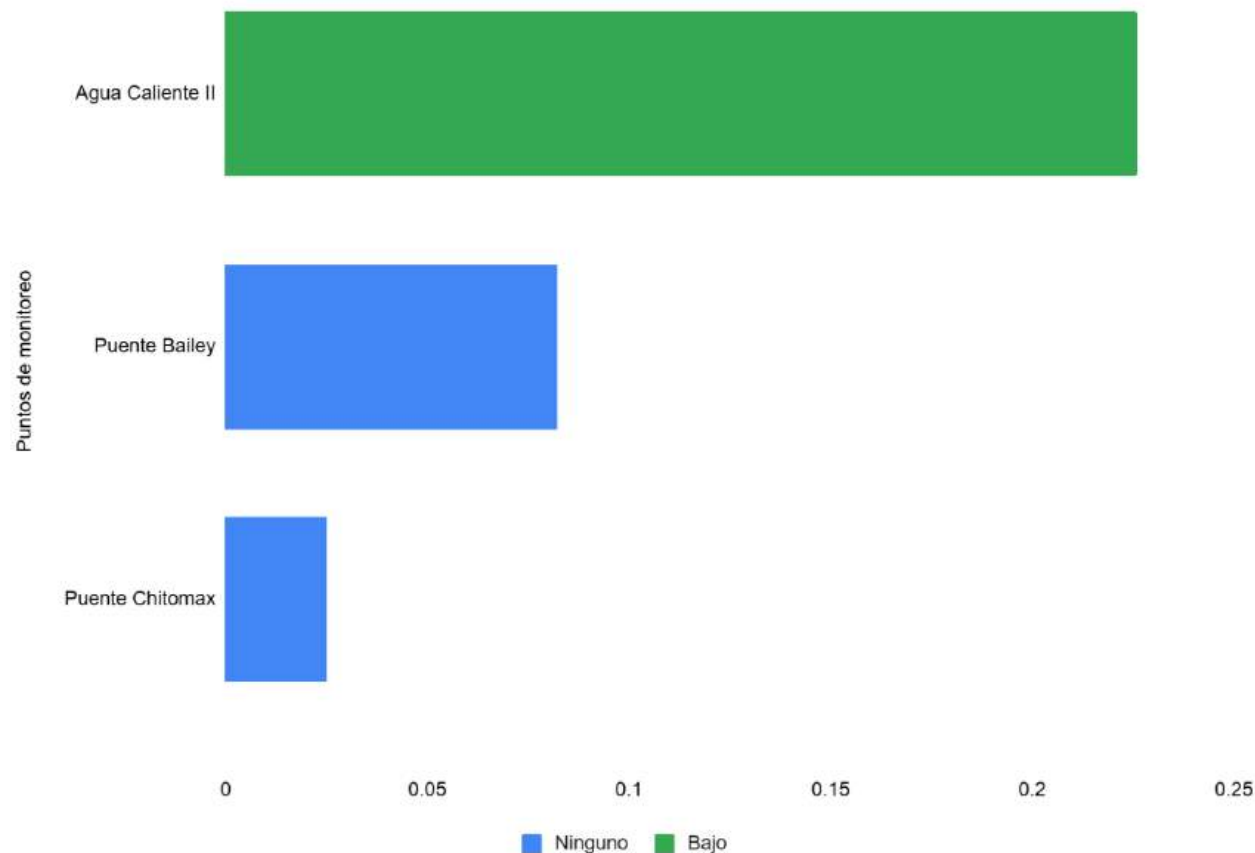
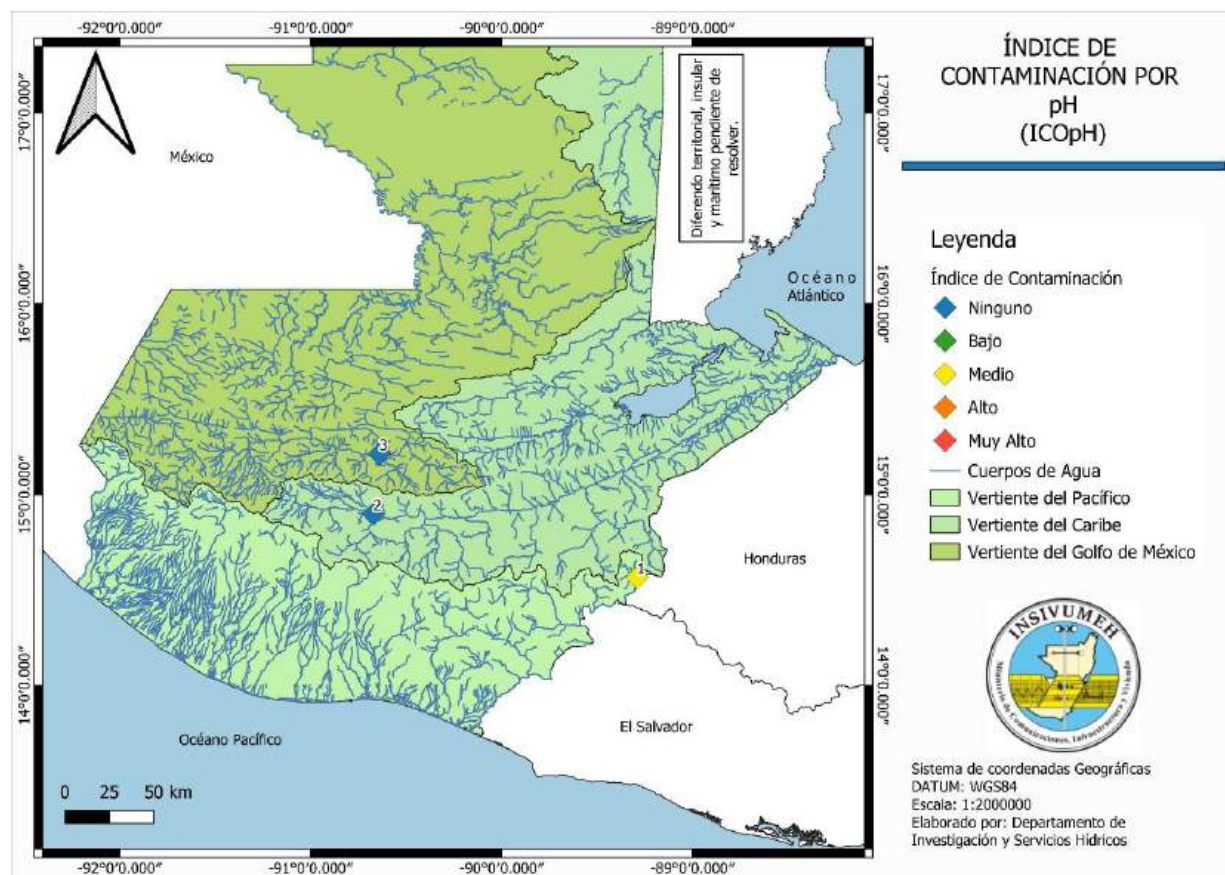


Figura 6. Resultados para el índice de contaminación por sólidos suspendidos – ICOSUS julio 2025

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

5.3. Índice de contaminación por potencial de hidrógeno (ICOpH)



De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el ICOpH, figura 7, se puede observar que, de los 3 puntos monitoreados, 1 punto se encuentra en la categoría “Medio”, mientras que el resto de los puntos cuentan con un índice de contaminación “Ninguno”, es decir, que los valores de pH obtenidos se encuentran en rangos normales por lo que no representan un riesgo de contaminación significativo para ninguno de los cuerpos de agua monitoreados.

Cada grado de contaminación se encuentra descrito en la sección 3. Además, en la figura 8, se muestran los valores de cada ICOpH calculado, así como su categoría.

Figura 7. Índice de contaminación por potencial de hidrógeno (ICOpH)

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

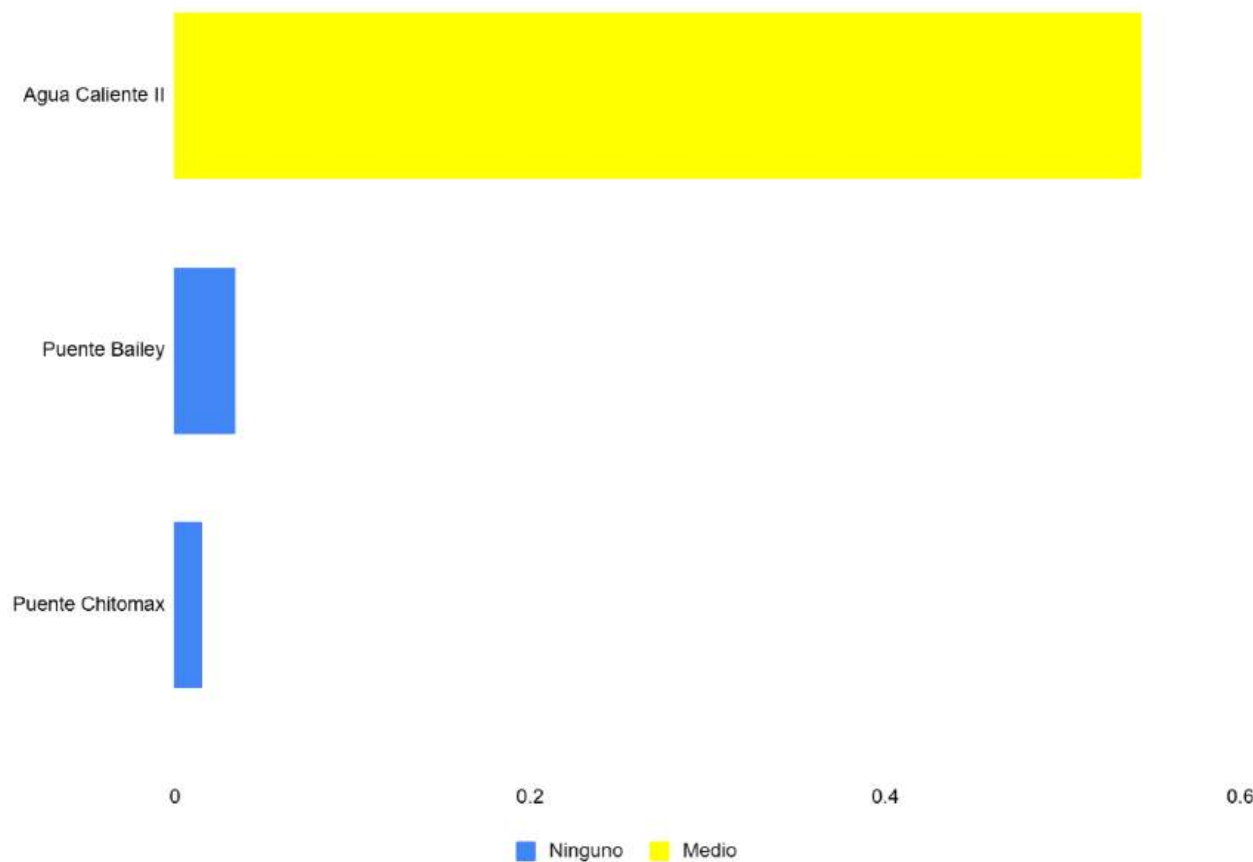


Figura 8. Resultados para el índice de contaminación por potencial de hidrógeno – ICOpH julio 2025

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.



Figura 9. Punto de monitoreo Puente Chitomax, Huehuetenango.

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

6. Recomendaciones

Se recomienda a toda la población:

- Procurar, en la medida de lo posible, no tener contacto directo con los ríos, lagos o lagunas que presentan características como: mal olor, coloración gris o café, algas y basura flotante.
- Evitar beber agua de los ríos, lagos o lagunas (cuerpos de agua) sin un previo tratamiento (hervir, cloración, ozonificación y/o filtración).
- Evitar botar basura en las cercanías y dentro de los ríos, lagos y lagunas (cuerpos de agua).

Se recomienda a las instituciones y entes privados:

- Es de suma importancia que, a nivel nacional se considere la calidad del agua para darle el respectivo tratamiento necesario, según la actividad para la cual se le destine.
- Llevar a cabo un tratamiento de aguas residuales previo a su descarga en los cuerpos de agua dulce para el cumplimiento de la etapa 4, establecida en el “Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos” [Acuerdo Gubernativo 236-2006].
- Las medidas que CONRED, Ministerios competentes y/o municipalidades consideren necesarias.

7. Anexos

Cuadro 2. Lugares de toma de muestra para evaluación de calidad de agua superficial

Nombre de la cuenca	Nombre del río, lago o laguna	Punto de Monitoreo	Latitud	Longitud
Río Olopa	Olopa	Agua Caliente II	14.56608	-89.28989
Río Motagua	Motagua	Puente Bailey	14.896803	-90.672494
Río Salinas	Río Negro	Puente Chitomax	15.212337	-90.63988

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

Cuadro 3. Parámetros de calidad de agua utilizados para cálculo de ICOS

Punto de Monitoreo	Dureza Total (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	SST (mg/L)	pH (Unidad)
Agua Caliente II	52	54.11410662	129.6	82	9.06
Puente Bailey	58	69.96670205	177.1	34	8.04
Puente Chitomax	184	134.6677982	401	15	7.8

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

8. Referencias bibliográficas

1. Chavarro, A. y Gélvez, E. (2016). Caracterización de la calidad de las aguas de la quebrada Fucha utilizando los índices de contaminación ICO con respecto a la precipitación y usos del suelo. *Mutis* 6(2), 19-31, doi: <http://dx.doi.org/10.21789/22561498.1148>
2. Congreso de la República de Guatemala. (2006). *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. [Acuerdo Gubernativo 236-2006]. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN]
3. Gutierrez, G. (2011). Diseño e implementación de sensores para un sistema integral de alerta temprana en cuencas hidrológicas en la prevención de desastres naturales. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez.
4. Pantaleón, N. y Tineo, P. (2017). Ecosistemas de agua dulce. República Dominicana. CNCCMDL y CNDU.
5. Ramírez, Restrepo, R. y Cardeñosa, M. (1999). Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulación. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(5), 89-99.
6. Ramírez, A., Restrepo, R. y Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(3), 135-153.
7. Universidad de Murcia. (2020). Glosario 217- Geografía EBAU.