



Autoridad para el Manejo
**Sustentable de la Cuenca y
del Lago de Amatitlán**



INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES

DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS -AMSA-

JUNIO, 2026

Km. 22. Ruta al Pacífico
Tel: 6624 1700

www.amsa.gob.gt

Síguenos en



Autoridad del Lago de Amatitlán



INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES, JUNIO 2026
DIVISIÓN DE CONTROL, CALIDAD AMBIENTAL Y MANEJO DE LAGOS

Elaborado por:

M.A. Ferdiner Ulises González Ortiz: Especialista en Análisis Físicoquímicos

Lic. Herbert Ismatul: Especialista en Cromatografía de Gases

M.A. Julio Roberto Juárez: Especialista en Absorción Atómica

Ing. Alexis Canteros: Especialista en Microbiología

Manuel Juárez, Técnico de Monitoreo

Carol García, Técnico de Biodiversidad

Jeimy Obando, Técnico en Microbiología

T.P.J. Melanie Fraatz de Mendía: Asistente de División

Lcda. Shirley Carrera: jefa de División

RESUMEN

El lago de Amatitlán es el principal reservorio de agua cercano a la ciudad capital. Este presenta un área superficial de 15 Km² y una profundidad media de 18 metros. Su principal afluente natural es el río Villalobos al cual confluyen los ríos tributarios que se distribuyen por 14 municipios que conforman la Cuenca del Lago de Amatitlán. La distribución de los afluentes del río Villalobos a lo largo de los poblados ha permitido que los mismos sean utilizados como receptores de aguas residuales tanto domésticas como industriales, convirtiendo a este afluente en un reservorio cargado de contaminantes químicos y biológicos que, durante su recorrido y al llegar al Lago, afectan las características fisicoquímicas y ecológicas naturales.

Adicional a lo anterior, el crecimiento urbano ha provocado la degradación de los bosques y ecosistemas de la cuenca, impermeabilizando los suelos y causando pérdida de diversidad biológica, lo que genera un impacto también en la capacidad del ecosistema para recuperarse, y en la calidad y cantidad de agua disponible para los distintos usos y para la naturaleza.

Por lo anterior, la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, a través de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos está realizando el levantamiento de la línea base de las características ecológicas y biológicas de la cuenca, así como también el monitoreo constante de las propiedades fisicoquímicas, biológicas y microbiológicas del agua del Lago de Amatitlán y sus afluentes, para establecer el estado en que se encuentran tanto el Lago como sus ríos tributarios, y poder brindar recomendaciones para el manejo y recuperación de los cuerpos de agua y de la cuenca.

Para lograr lo anteriormente descrito, durante el mes de junio del 2026 se realizaron las siguientes actividades:

- Monitoreo y análisis de la calidad de agua de ocho de los principales ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán.
- Monitoreo y análisis de la calidad de agua del lago de Amatitlán.

En el siguiente informe se presentan los resultados y análisis de la calidad de agua de los principales ríos tributarios en la cuenca y del lago de Amatitlán.

LAGO DE AMATITLÁN

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, a través de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos realiza el monitoreo mensual de las características fisicoquímicas del agua del Lago de Amatitlán y sus afluentes.

Para el monitoreo de la calidad de agua y el estado ecológico del lago de Amatitlán del mes de junio 2026, se realizó el monitoreo y colecta de muestras en 6 puntos de muestreo en el lago. Cada uno de estos puntos presentan características físicas particulares y condiciones específicas, para lo cual, las muestras de agua se toman a distintas profundidades (columna de agua): 0 m, 5 m, 10 m y 20 m (ver Tabla 1 y figura 1).

Tabla 1: Puntos de muestreo establecidos para el monitoreo de la calidad de agua del lago de Amatitlán.

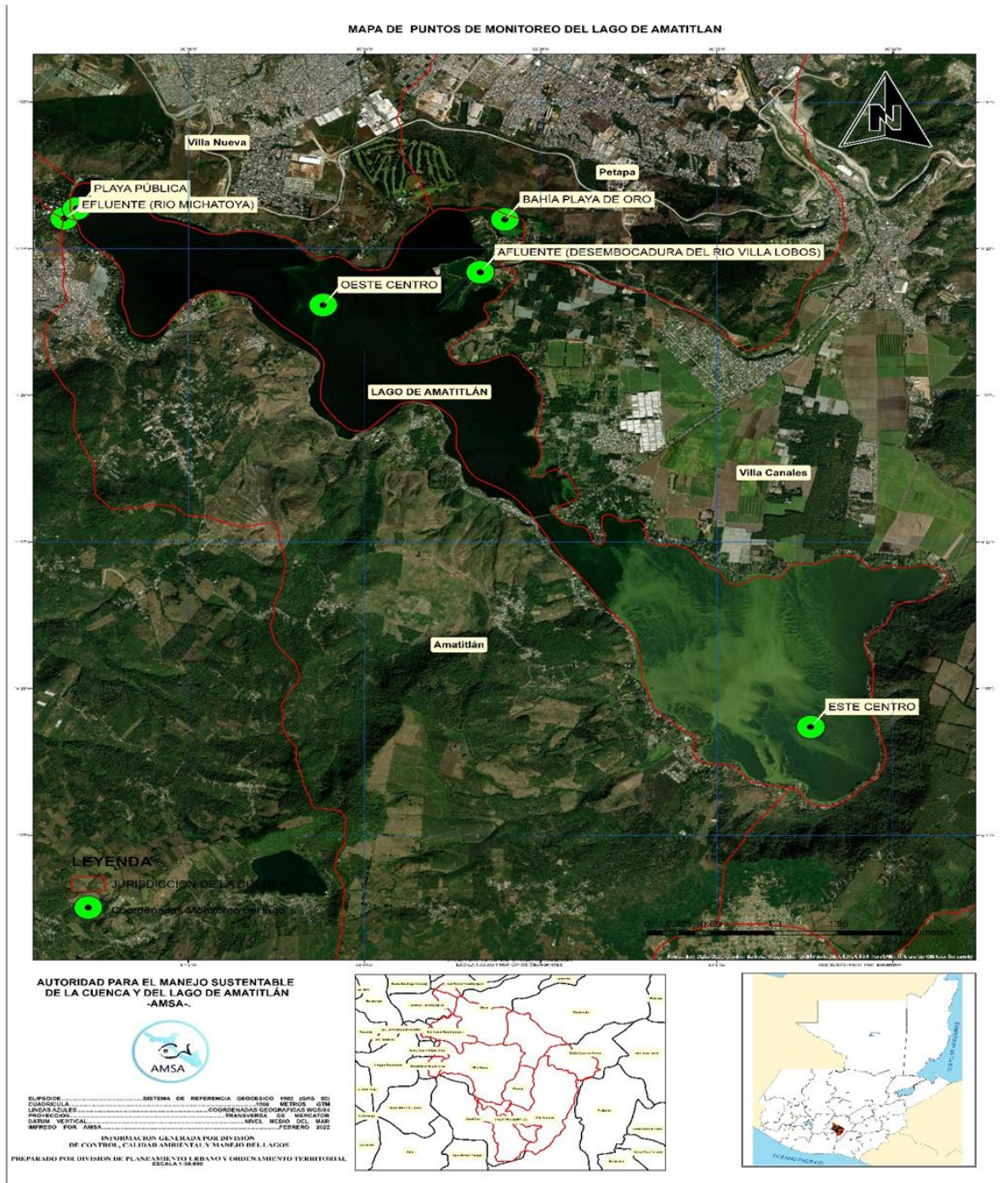
PUNTOS DE MUESTREO		COORDENADAS		0 METROS	5 METROS	10 METROS	20 METROS
1	Bahia playa de oro	14° 29' 12.0"	90° 34' 12.2"	x	x		
2	Este centro	14° 25' 43.9"	90° 32' 31.8"	x	x	x	x
3	Oeste Centro	14° 28' 37.0"	90° 35' 14.1"	x	x	x	x
4	Afluente (desembocadura del rio villa lobos)	14° 28' 52.3"	90° 34' 20.6"	x			
5	Efluente (Rio Michatoya)	14° 29' 12.4"	90° 36' 42.5"	x			
6	Playa publica	14° 29' 17.2"	90° 36' 38.1"	x			

Fuente: División de control, calidad ambiental y manejo de lagos, 2026.

Para cada uno de los puntos muestreados se realizó el análisis de los siguientes parámetros:

- *In situ*: potencial de hidrógeno, conductividad, oxígeno disuelto, profundidad máxima, sólidos disueltos totales, temperatura, salinidad y transparencia
- Fisicoquímicos: color aparente, color verdadero, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), nutrientes (fósforo total, ortofosfatos, nitrógeno de amonio, nitrógeno de nitrato, nitrógeno de nitrito, nitrógeno total) silicatos, solidos suspendidos totales, turbiedad, metales pesados y contaminantes emergentes.
- Microbiológicos: coliformes fecales

Figura 1: Puntos de muestreo del monitoreo de calidad del agua del lago de Amatitlán



Parámetros *In Situ*.

Tabla No. 2: Parámetros *In Situ* del lago de Amatitlán, junio 2026.

Fecha	Hora	Sitio	Prof. (m)	pH (U)	Temperatura (°C)	Cond. (μS/cm)	Salinidad (%)
3/6/26	09:34	Este Centro	0	9.83	27.40	614.0	0.20
3/6/26	09:36		5	9.74	26.00	609.0	0.20
3/6/26	09:40		10	8.19	23.40	636.0	0.20
3/6/26	09:48		20	7.34	21.60	661.0	0.30
3/6/26	10:40	Bahía Playa de Oro	0	8.84	27.20	654.0	0.20
3/6/26	10:43		5	7.62	24.90	702.0	0.30
3/6/26	11:13	Río Villalobos	0	7.77	27.20	811	0.3
3/6/26	12:00	Oeste Centro	0	9.30	28.3	715	0.30
3/6/26	12:03		5	8.81	25.9	720	0.30
3/6/26	12:07		10	7.60	24.4	726	0.30
3/6/26	12:13		20	7.22	22.5	732	0.30
3/6/26	12:50	Río Michatoya	0	9.45	27.20	725	0.30
3/6/26	13:00	Playa Pública	0	9.48	28.5	717	0.30

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Tabla No. 3: Parámetros *In Situ* del lago de Amatitlán, junio 2026.

Fecha	Hora	Sitio	Prof. (m)	TDS (mg/L)	O ₂ (mg/L)	O ₂ (%)	Transparencia (m)
3/6/26	09:34	Este Centro	0	308	13.07	188.8	0.90
3/6/26	09:36		5	305	9.51	134.2	NA
3/6/26	09:40		10	318	0.013	0.2	NA
3/6/26	09:48		20	331	0.009	0.1	NA
3/6/26	10:40	Bahía Playa de Oro	0	327	6.02	86.5	0.45
3/6/26	10:43		5	351	0.007	0.1	NA
3/6/26	11:13	Río Villalobos	0	406	3.31	46.8	NA
3/6/26	12:00	Oeste Centro	0	357	16.11	298.4	0.45
3/6/26	12:03		5	360	3.72	52	NA
3/6/26	12:07		10	363	0.012	0.2	NA
3/6/26	12:13		20	366	0.008	0.1	NA
3/6/26	12:50	Río Michatoya	0	362	15.81	286.1	0.35
3/6/26	13:00	Playa Pública	0	359	19.71	382.2	0.3

NA: no aplica

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

pH

Los valores superficiales máximos aumentaron levemente en Este Centro a 0 m (9.83) pero se moderaron en Playa Pública (9.48) y Río Michatoya (9.45). En profundidad, el pH cayó a 7.34 a 20 m en Este Centro y a 7.22 en Oeste Centro. El Río Villalobos subió ligeramente a 7.77.

Se observa una persistencia y consolidación del carácter fuertemente alcalino en la superficie del espejo de agua de un mes a otro. Esto confirma que las condiciones climáticas de junio mantuvieron la intensa actividad fotosintética del fitoplancton y cianobacterias, las cuales consumen el CO₂ disuelto y elevan el pH. La caída acentuada hacia el fondo en el mes de junio (alcanza valores más bajos que en mayo) ratifica la intensificación de la respiración microbiana y descomposición de materia orgánica en una columna que permanece físicamente aislada.

Temperatura

La superficie mostró un rango más estrecho y térmicamente homogéneo, moviéndose entre 27.20 °C y 28.50 °C. En el perfil vertical, Oeste centro pasó de 28.30 °C a 22.50°C a los 20 m (un gradiente de 5.80°C).

De mayo a junio se aprecia una homogeneización térmica en la capa superficial del lago. Aunque el gradiente térmico vertical disminuyó (de 8.40 °C en mayo a 5.80°C en junio), la diferencia sigue superando con creces los umbrales necesarios para sostener una estratificación térmica firme. El lago continúa dividido en dos capas independientes: una capa superficial cálida (epilimnion) y una capa profunda fría e inmóvil (hipolimnion).

Conductividad

La desembocadura del río Villalobos registró una reducción notable descendiendo a 811 µS/cm (una disminución del 11.8%). Por el contrario, en el lago los valores aumentaron levemente: Este Centro varió de 614 a 661 µS/cm y Oeste Centro subió a un rango de 715 a 732 µS/cm.

La reducción del 11.8% en la conductividad del río Villalobos responde directamente al avance de la época lluviosa hacia junio. El incremento del caudal genera un efecto de dilución iónica en el río; es decir, aunque arrastra contaminantes, el mayor volumen de agua de lluvia disminuye la concentración de sales disueltas. El ligero aumento de conductividad en el centro del lago demuestra que el sistema está acumulando y concentrando los solutos ingresados de forma constante en los meses previos.

Salinidad

El rango de estrechó de forma generalizada entre 0.20% y 0.30% en la desembocadura del río Villalobos experimentó un descenso a 0.30% (bajando un 25% en su concentración).

Coincidiendo plenamente con la conductividad, la salinidad en la desembocadura principal disminuyó debido a los aportes pluviales de junio. El lago se consolida microbiológica y físicamente como un sistema estrictamente limnético (agua dulce).

Sólidos Disueltos Totales (TDS)

En la desembocadura del Río Villalobos, los TDS bajaron a 406 mg/L (un descenso del 11.7%). En el espejo de agua del lago se observó un comportamiento inverso con incrementos en las superficies: Este Centro subió a 308 mg/L y Oeste Centro a 357 mg/L.

La dinámica de los TDS guarda una estrecha correlación con la conductividad eléctrica. Esto demuestra visualmente el proceso de dilución provocado por las lluvias, en contraste con la acumulación constante de sales y desechos antropogénicos no biodegradables.

Oxígeno

Las concentraciones superficiales disminuyeron significativamente en comparación con el mes previo, pero continuaron en un estado crítico de sobresaturación: Playa Pública registró 19.71 mg/L (382.2%), Oeste Centro 16.11 mg/L (298.4%) y el Río Michatoya bajó a 15.81 mg/L (286.1%). En las profundidades de 10 a 20 metros de las dos estaciones centrales, la anoxia se mantuvo inflexible con valores de 0.0008 a 0.013 mg/L.

Aunque las concentraciones superficiales bajaron de sus picos históricos de mayo (por ejemplo, el Río Michatoya redujo su concentración a la mitad), los porcentajes de saturación que rozan el 300% y 400% en junio confirman que el ecosistema sigue sumido en un estado hipereutrófico severo impulsado por florecimientos algales. En el fondo del lago, el escenario no muestra ninguna mejoría; la barrera de la estratificación térmica sigue blanqueando el paso del oxígeno, perturbando condiciones de anoxia letales para la fauna bentónica y acelerando la degradación anaerobia.

Transparencia

El rango se contrajo severamente, oscilando únicamente entre 0.30 m (en Playa Pública) y 0.90m (en Este Centro). La pérdida de los valores de transparencia más altos (como 1.40m de mayo, que cayó a 0.90 m en junio, representando una pérdida del 35.7% de visibilidad en ese punto) denota un deterioro ecológico generalizado en el lago. La Turbidez ya no está focalizada solo en las desembocaduras; en junio, la abundante biomasa de cianobacterias en suspensión y los sedimentos arrastrados por las primeras lluvias se distribuyeron de manera homogénea por todo el cuerpo de agua, limitando críticamente la zona fótica del lago.

Parámetros Fisicoquímicos

Tabla 4: Parámetros fisicoquímicos de los seis puntos de monitoreo, junio 2026.

Sitio	Prof. (m)	Color aparente (U Pt-Co)	Color Verdadero (U Pt-Co)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Relación DBO5/DQO
Este Centro	0	307	33	22	68	0.3235
	5	74	10	5	25	0.2000
	10	90	12	6	19	0.3158
	20	163	7	14	31	0.4516
Bahía Playa de Oro	0	212	21	11	46	0.2391
	5	181	18	16	21	0.7619
Río Villalobos	0	650	76	48	84	0.5714
Oeste Centro	0	203	26	15	96	0.1563
	5	148	30	13	55	0.2364
	10	145	27	8	41	0.1951
	20	225	31	4	21	0.1905
Río Michatoya	0	190	26	17	74	0.2297
Playa Pública	0	237	33	22	150	0.1467

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Tabla 5: Parámetros fisicoquímicos de los seis puntos de monitoreo, junio 2026.

Sitio	Prof. (m)	Fosforo Total (mg/L)	Ortofosfatos (mg/L)	Nitrógeno de amonio (mg/L)	Nitrógeno de nitrato (mg/L)	Nitrógeno de nitrito (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)
Este Centro	0	0.4156	0.0131	0.0137	< 0.0500	0.0063	4.0544
	5	0.1253	0.0320	0.0120	< 0.0500	0.0026	1.2840
	10	0.3853	0.2350	0.5130	< 0.0500	0.0025	1.3267
	20	0.6702	0.5228	3.3851	< 0.0500	0.0029	4.6330
Bahía Playa de Oro	0	0.3780	0.0953	0.0094	< 0.0500	0.0027	2.8798
	5	0.6785	0.4883	3.0336	< 0.0500	0.0026	4.6939
Río Villalobos	0	2.3898	1.3960	16.1125	< 0.0500	0.0048	21.2275
Oeste Centro	0	0.7163	0.4989	0.3492	0.1603	0.1790	4.5365
	5	0.6672	0.5478	1.0385	0.1612	0.1920	3.6577
	10	0.9498	0.8552	3.6071	< 0.0500	0.0040	5.1143
	20	1.2184	1.0694	4.8791	< 0.0500	0.0035	6.8472
Río Michatoya	0	0.9667	0.5372	0.1681	0.2279	0.2017	4.8518
Playa Pública	0	0.9574	0.5090	0.1564	0.2047	0.2090	8.7011

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Tabla 6: Parámetros fisicoquímicos de los seis puntos de monitoreo, junio 2026.

Sitio	Prof. (m)	Silicatos (mg/L)	Solidos suspendidos Totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)
Este Centro	0	14.04	37	71
	5	13.53	7	11
	10	16.78	4	23
	20	15.78	3	40
Bahía Playa de Oro	0	82.50	21	39
	5	79.73	1	36
Río Villalobos	0	73.57	81	64
Oeste Centro	0	34.70	25	40
	5	34.16	8	22
	10	31.51	7	23
	20	29.43	2	42
Río Michatoya	0	33.20	29	33
Playa Pública	0	34.79	45	65

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Nutrientes (Fósforo y Nitrógeno)

Las concentraciones de nutrientes durante junio confirmaron el severo estado hipereutrófico del lago, detectándose los máximos absolutos en la desembocadura del Río Villalobos con 2.3898 mg/L de Fósforo total (PT) y 21.2275 mg/L de Nitrógeno Total (NT). Al evaluar las formas disueltas y biodisponibles en este tributario, los ortofosfatos alcanzaron 1.3960 mg/L y el nitrógeno amoniacal reportó una carga masiva de 16.1125 mg/L, consolidando la cuenca de este río como una fuente crítica de fertilización artificial que sostiene la proliferación descontrolada de cianobacterias.

En la columna de agua de las estaciones lénticas se evidencio una marcada distribución vertical regulada por los gradientes de potencial redox (Oxígeno). En las capas superficiales (0 m), donde el oxígeno disuelto se encuentra hipersaturado, las formas asimilables como el nitrógeno amoniacal disminuyeron notablemente a valores de 0.0137 mg/L en Este Centro y 0.1564 mg/L en Playa Pública, debido a su rápida asimilación por el fitoplancton en la zona fótica. Por el contrario, en las zonas profundas y totalmente anóxicas (10 y 20 m), los nutrientes se acumularon de forma extrema: en Este Centro a 20 m el Fósforo Total se elevó a 0.6702 mg/L (con 0.5228 mg/L de ortofosfatos) y el nitrógeno amoniacal se disparó a 3.3851 mg/L. Un fenómeno análogo se detectó en el perfil de Oeste Centro a 20 m, alcanzando 4.8791 mg/L de nitrógeno amoniacal. Esta acumulación en el fondo responde a la liberación de fosfatos retenidos en los sedimentos bajo condiciones reductoras (anoxia) y a la amonificación de la materia orgánica muerta, combinada con la ausencia de procesos de nitrificación por la falta de oxígeno. El nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-) se mantuvo por debajo del límite de detección (< 0.0500 mg/L) en la mayoría de los puntos profundos por los mismos procesos desnitrificantes.

Al contrastar las dinámicas coloniales, las descargas del Río Villalobos mostraron una ligera disminución iónica en sus concentraciones respecto a mayo, donde el PT se situaba en 2.45 mg/L y el NT en 23.40 mg/L, atribuido nuevamente a la dilución por lluvias. No obstante, las concentraciones de amonio en el fondo hipolimnético del lago aumentaron de forma alarmante de un mes a otro: en Este Centro a 20 m el nitrógeno amoniacal pasó de 2.11 mg/L en mayo a 3.38 mg/L en junio. Este incremento sustancial demuestra que la prolongada anoxia del fondo estancado ha intensificado la solubilización de nutrientes desde el lecho hacia la columna de agua, actuando como una bomba interna de fertilización latente lista para alimentar futuros afloramientos de microalgas cuando ocurra el recambio del lago.

Otros análisis

- **Silicatos, Sólidos suspendidos totales (SST) y Turbiedad**

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y la turbiedad alcanzaron sus valores más críticos en la desembocadura del Río Villalobos con 81 mg/L y 64 NTU respectivamente, seguidos de cerca en el espejo del agua por Playa Pública con 45 mg/L de SST y 65 NTU, y Este Centro a 0 m con 37 mg/L de SST y el máximo absoluto en el espejo léntico de 71 NTU. La coincidencia de altos valores de sólidos y turbiedad en los puntos superficiales del lago guarda correspondencia directa con la masiva densidad algal suspendida observada en la superficie.

En los perfiles verticales de Este Centro y Oeste Centro se documentó una clara atenuación física. Los SST disminuyeron desde la superficie hacia los 5 y 10 metros de profundidad (alcanzando mínimos de 7 y 4 mg/L), lo que demuestra que la mayor parte de la masa particulada está confinada en el epilimnion debido a la flotabilidad de las colonias celulares de cianobacterias. Sin embargo, la turbiedad mostró una inflexión en el fondo (20 m), elevándose a 40 NTU en Este Centro y 42 NTU en Oeste Centro. Este incremento de turbiedad en la interfase agua-sedimento, sin un aumento proporcional de los SST, está ligado al arrastre de micropartículas coloidales, precipitados de sulfuros de hierro formados bajo anoxia y detritos finos en suspensión física.

Por su parte, los silicatos presentaron concentraciones notablemente elevadas en Bahía Playa de Oro, registrando el máximo absoluto del sistema con 82.50 mg/L en la superficie y 79.73 mg/L a los 5 metros. El Río Villalobos ingresó con una carga alta de 73.57 mg/L, mientras que el cuerpo central del lago exhibió valores basales homogéneos de entre 14.04 mg/L (Este Centro) y 34.70 mg/L (Oeste Centro). Las elevadas concentraciones de silicatos en la Bahía y las desembocaduras fluviales son un indicador hidrológico de la meteorización y lavado de suelos de origen volcánico en la cuenca, aportando un sustrato mineral esencial.

- **Demanda Bioquímica (DBO₅) y Química de Oxígeno (DQO)**

Los valores más elevados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO) se cuantificaron en la desembocadura del Río Villalobos, registrando 48 mg/L y 84 mg/L respectivamente, y en el punto superficial de Playa Pública con 22 mg/L de DBO₅ y el máximo de 150 mg/L de DQO. Este comportamiento espacial confirma que el Río Villalobos actúa como el principal vector de descarga de contaminantes biodegradables y refractarios hacia el sistema, mientras que las altas concentraciones retenidas en Playa Pública evidencian zonas de estancamiento donde se acumula la biomasa algal viva y en

descomposición junto con aportes antropogénicos directos. En los perfiles verticales de las estaciones limnológicas centrales se observó una distribución heterogénea influenciada por la estratificación. En Este Centro, la DBO₅ disminuyó de 22 mg/L en la superficie a 5 mg/L a los 5 metros, para luego ascender progresivamente hasta 14 mg/L a los 20 metros; la DQO siguió una dinámica similar, alcanzando 31 mg/L en el fondo anóxico. Esta tendencia indica un proceso de acumulación y degradación anaerobia de la materia orgánica particulada (detritos) que sedimenta desde la capa fótica hacia el hipolimnion. La relación DBO₅/DQO, que evalúa la biodegradabilidad del agua, mostró su valor más alto en el Río Villalobos (0.5714), clasificando sus aguas como predominantemente biodegradables debido a la fuerte influencia de vertidos domésticos crudos. En contraste, los puntos del espejo de agua superficial como Oeste Centro (0.1563) y Playa Pública (0.1467) presentaron relaciones significativamente bajas, lo que delata la presencia de compuestos orgánicos recalcitrantes o una alta densidad iónica no biodegradable asociada a subproductos metabólicos algales y escorrentías urbanas meteorizadas.

CLOROFILA A Y FEOFITINA A

La clorofila-a es uno de los principales indicadores de biomasa fitoplanctónica y productividad primaria en ecosistemas acuáticos, por lo que su concentración se utiliza ampliamente para evaluar el grado de eutrofización de los lagos (Wetzel, 2001). Por su parte, la feofitina corresponde a un producto de degradación de la clorofila y se asocia a procesos de envejecimiento y descomposición del fitoplancton (APHA, 2023).

Tabla 7: Resultados de clorofila-a y feofitina de los seis puntos de monitoreo, junio 2026.

Sitio	Volumen Filtrado (mL)	No. De Filtraciones	Concentración de Clorofila-a (µg/L)	Concentración de feofitina (µg/L)
Este Centro	150	1	42.54	5.77
Bahía Playa de Oro	150	1	20.47	4.14
Oeste Centro	150	1	42.54	5.37
Río Michatoya	150	1	240.3	13.96
Playa Pública	150	1	134.92	18.29

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Durante el mes de junio, las concentraciones de Clorofila-a mostraron diferencias importantes entre los puntos monitoreados, evidenciando variaciones significativas al compararse con el mes de mayo. Los valores más bajos se registraron en Bahía Playa de Oro (20.47 µg/L), lo cual representa una disminución respecto a mayo (40.58 µg/L), mientras que los puntos de Este Centro y Oeste Centro mostraron un comportamiento homogéneo con una concentración idéntica de 42.54 µg/L. Esto implicó un incremento para Este Centro (que en mayo registró 23.67 µg/L) y una marcada reducción para Oeste Centro, el cual había alcanzado 106.27 µg/L en el muestreo anterior. Por otro lado, las concentraciones más elevadas y críticas del lago se observaron en Playa Pública (134.92 µg/L) y en la desembocadura de Río Michatoya, la cual se disparó notablemente hasta alcanzar los 240.3 µg/L, superando los registros de mayo para ambos sitios (123.35 µg/L y 138.35 µg/L, respectivamente).

Los valores notablemente elevados de clorofila-a registrados en la desembocadura de Río Michatoya y Playa Pública evidencian una muy alta biomasa fitoplanctónica y condiciones severas de eutrofización (e incluso hipereutrofización) en estas zonas del lago. Estas concentraciones reflejan un incremento generalizado de la actividad algal en los puntos de descarga en comparación con el mes de mayo, lo cual puede estar relacionado con una mayor disponibilidad y arrastre estacional de nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, acumulados en el sistema. Asimismo, estos resultados coinciden con las propiedades típicas de cuerpos de agua con intensa proliferación microbiana y de cianobacterias.

En el caso de Río Michatoya, la drástica elevación en la concentración de clorofila-a (240.3 µg/L frente a los 138.35 µg/L de mayo) coincide con el aumento en la acumulación de biomasa fitoplanctónica y una intensa actividad biológica en este punto de flujo.

MICROBIOLOGÍA

Se realizaron análisis de coliformes fecales en el lago de Amatitlán con el objetivo de evaluar el grado de contaminación de origen fecal en este ecosistema acuático. Las bacterias coliformes fecales son ampliamente utilizadas como indicadores microbiológicos, ya que su presencia está asociada a contaminación por materia fecal de origen humano o animal, representando un riesgo potencial para la salud pública (Hoyer et al., 2006).

Tabla 8: Calidad microbiológica de los seis puntos de monitoreo, junio 2026.

Sitio	Coliformes Fecales (NMP/100ml)
Este Centro	<1.8
Bahía Playa de Oro	3.30E+01
Río Villalobos	7.90E+06
Oeste Centro	2.40E+04
Río Michatoya	3.50E+02
Playa Pública	7.90E+01

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Durante el mes de junio, los resultados microbiológicos obtenidos evidencian una marcada variabilidad en las concentraciones de coliformes fecales entre los diferentes puntos de monitoreo, reflejando alteraciones significativas al compararse con las dinámicas registradas en el mes de mayo. Los valores más bajos continuaron registrándose en el punto de Este Centro (<1.8 NMP/100 mL), el cual mantuvo su estabilidad con concentraciones mínimas e idénticas a las del muestreo anterior. Le siguieron sitios con niveles moderados como Bahía Playa de Oro, que reportó 3.30E+01 NMP/100 mL, experimentando un ligero incremento respecto a mayo (2 NMP/100 mL), y Playa Pública con 7.90E+01 NMP/100 mL, lo que también representó un aumento en comparación con las 3.40+E01 NMP/100 mL del mes previo. Aunque la mayoría de estas zonas costeras e internas se sitúan por debajo del límite de referencia de 1000 NMP/100 mL, la persistencia de estas concentraciones confirma una presencia constante de contaminación fecal en el ecosistema acuático.

Por otro lado, se observaron condiciones críticas en los puntos de mayor vulnerabilidad del lago. El sitio Oeste Centro registró una concentración de 2.40E+04 NMP/100 mL, superando ampliamente el límite de referencia establecido y evidenciando un repunte en comparación con la concentración de mayo (1.70×10^4 NMP/100 mL), lo que consolida a esta zona como

un foco rojo de contaminación biológica activa dentro del cuerpo de agua. Asimismo, la desembocadura de Río Michatoya mostró un incremento notable al alcanzar $3.50\text{E}+02$ NMP/100 mL en junio frente a las 1.70×10^2 NMP/100 mL del mes anterior. El valor más alarmante y severo de todo el sistema se detectó en el Río Villalobos con $7.90\text{E}+06$ NMP/100 mL.

CONCENTRACIÓN DE CIANOTOXINAS (MICROCISTINAS) TOTALES (µg/L):

Las microcistinas son toxinas producidas principalmente por ciertas especies de cianobacterias presentes en cuerpos de agua eutrofizados. Estas toxinas representan un riesgo importante para la salud humana y la biota acuática, ya que pueden generar efectos hepatotóxicos y afectar la calidad del agua destinada a recreación o consumo (WHO, 2020). La presencia de microcistinas está estrechamente relacionada con proliferaciones algales y altas concentraciones de nutrientes en el sistema.

Tabla 9: Concentración de microcistinas totales y disueltas de los seis puntos de monitoreo, junio 2026.

Sitio	Microcistinas totales (µg/L)	Microcistinas disueltas (µg/L)
Este Centro	2.119	0.3412
Bahía Playa de Oro	2.691	<0.3
Oeste Centro	7.2663	0.3991
Río Michatoya	9.6153	0.6035
Playa Pública	15.7101	0.5601

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Durante el mes de junio, las concentraciones de microcistinas continuaron mostrando diferencias importantes entre los sitios monitoreados, evidenciando un cambio drástico en la distribución espacial de la toxicidad algal al compararse con el mes de mayo. Los valores más elevados de microcistinas totales se trasladaron hacia Playa Pública, alcanzando los $15.7101 \mu\text{g/L}$ (frente a los $6.9264 \mu\text{g/L}$ registrados en mayo), con una concentración de microcistinas disueltas de $0.5601 \mu\text{g/L}$. Este incremento posiciona a esta zona recreativa en una condición de alerta debido a la acumulación de biomasa de cianobacterias productoras de toxinas en las áreas costeras. Por el contrario, el Río Michatoya que en mayo había registrado el pico más crítico del sistema con $29.0354 \mu\text{g/L}$ de microcistinas totales y $18.4277 \mu\text{g/L}$ disueltas mostró una disminución muy notable en junio, descendiendo a $9.6153 \mu\text{g/L}$ de toxinas totales y $0.6035 \mu\text{g/L}$ disueltas, sugiriendo una reducción en la liberación inmediata de cianotoxinas en este efluente respecto al mes anterior.

El punto de Oeste Centro también experimentó un repunte significativo en las microcistinas totales, registrando $7.2663 \mu\text{g/L}$ en junio en comparación con el valor de $1.1202 \mu\text{g/L}$ observado en mayo; nofter, sus niveles disueltos cayeron de $2.9107 \mu\text{g/L}$ a un moderado $0.3991 \mu\text{g/L}$. En Este Centro, las concentraciones de microcistinas totales se mantuvieron notablemente estables y consistentes con el periodo previo, reportando $2.119 \mu\text{g/L}$ en junio (frente a los $2.1193 \mu\text{g/L}$ de mayo), mientras que la fracción disuelta disminuyó ligeramente a $0.3412 \mu\text{g/L}$.

Finalmente, en Bahía Playa de Oro se documentó una inversión en la dinámica de la toxina en comparación con el mes de mayo. Mientras que en el muestreo anterior las microcistinas totales eran bajas (0.4466 µg/L) y las disueltas eran superiores debido a procesos de lisis celular (0.8149 µg/L), durante junio las microcistinas totales aumentaron a 2.691 µg/L, mientras que la fracción libre o disuelta se redujo a niveles mínimos (<0.3 µg/L). Este comportamiento sugiere una nueva fase de proliferación y desarrollo de células de cianobacterias intactas y activas en este sector del lago, manteniendo la toxina encapsulada dentro de la estructura celular.

METALES PESADOS

Durante el mes de junio de 2026, el análisis de metales pesados en el Lago de Amatitlán mostró fluctuaciones y variaciones espaciales en comparación con el mes de mayo, evidenciando cambios en la dinámica de contaminación y la persistencia de condiciones de riesgo sanitario y ambiental

Tabla 10: Análisis de metales pesados registrados en los seis puntos de monitoreo, junio 2026

Sitio	Prof. (m)	Arsénico (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cromo Total (mg/L)	Plomo (mg/L)	Mercurio (mg/L)	Cobre (mg/L)	Niquel (mg/L)	Zinc (mg/L)	Hierro (mg/L)
Este Centro	0	0.014	0.0062	0.007	0.014	ND	ND	<0.3587	ND	ND
	5	0.007	0.006	0.008	0.014	ND	ND	<0.3587	ND	ND
	10	0.013	0.0062	0.009	0.013	ND	ND	<0.3587	ND	ND
	20	<0.006	0.0069	0.009	0.014	ND	ND	<0.3587	ND	ND
Bahía Playa de Oro	0	0.01	0.007	0.01	0.013	ND	ND	<0.3587	ND	ND
	5	0.008	0.0035	0.011	0.014	ND	ND	ND	ND	<0.5985
Río Villalobos	0	<0.006	0.0022	0.012	0.011	ND	ND	ND	ND	0.92
Oeste Centro	0	0.022	0.0027	0.004	0.017	ND	ND	ND	ND	ND
	5	0.018	0.003	0.005	0.017	ND	ND	ND	ND	ND
	10	0.012	0.0027	0.005	0.013	ND	ND	<0.3587	ND	<0.5985
	20	0.015	0.0028	0.006	0.014	ND	ND	<0.3587	ND	<0.5985
Río Michatoya	0	0.012	0.0034	0.006	0.016	ND	ND	<0.3587	ND	ND
Playa Pública	0	0.015	0.0029	0.007	0.013	ND	ND	ND	ND	ND

ND: No detectado

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Arsénico:

Los resultados de arsénico total en el lago registraron su nivel más crítico en la superficie de Oeste Centro con un pico de 0.022 mg/L, mientras que en la profundidad (20 metros) disminuyó a 0.015 mg/L. Los puntos de Este Centro y Playa Pública presentaron concentraciones de 0.014 mg/L y 0.015 mg/L en la superficie, respectivamente. En la desembocadura de Río Villalobos, los niveles cayeron por debajo del límite de cuantificación (<0.006 mg/L).

Las concentraciones máximas e intermedias superaron el valor guía de 0.010 mg/L de la OMS para agua de consumo humano, confirmando un riesgo potencial continuo de efectos adversos crónicos (alteraciones neurológicas, cardiovasculares y cáncer).

Cadmio:

Las concentraciones de cadmio total Se observó un incremento generalizado en el lago. Las concentraciones máximas se desplazaron hacia Este Centro, manteniéndose estables entre 0.0060 y 0.0062 mg/L a lo largo de toda la columna de agua. En Oeste Centro fluctuó entre 0.0027 y 0.0030 mg/L, y el Río Villalobos marcó 0.0022 mg/L.

En mayo, las concentraciones fueron significativamente menores, oscilando entre 0.0007 y 0.0022 mg/L (media de 0.0015 mg/L), con los picos localizados en Oeste Centro (0 m) y Este Centro (20 m). En junio, los niveles en Este Centro (~0.0062 mg/L) duplicaron el límite de la OMS para agua potable (0.003 mg/L), rompiendo la condición de seguridad que se reportaba el mes anterior.

Cromo:

Las concentraciones de cromo total se registraron concentraciones medibles en todos los puntos, destacando el Río Villalobos con 0.012 mg/L y Bahía Playa de Oro a 5 metros con 0.011 mg/L. Los demás puntos oscilaron entre 0.004 y 0.009 mg/L.

En mayo, el cromo se encontró por debajo del límite de cuantificación (<0.003 mg/L) o no detectable en casi todo el lago. Junio muestra una clara reactivación del ingreso o resuspensión de este metal.

A pesar del incremento en junio, todos los valores se mantuvieron por debajo del valor guía de la OMS para agua potable (0.05 mg/L), por lo que aún no representan un riesgo crítico inmediato, aunque exige vigilancia por su potencial cambio a estados hexavalentes más tóxicos.

Plomo:

Las concentraciones de plomo total mantuvieron una preocupante homogeneidad en todo el lago, moviéndose en un rango de 0.011 a 0.017 mg/L. El valor más alto se registró en la superficie de Oeste Centro con 0.017 mg/L, seguido de cerca por Río Michatoya (0.016 mg/L).

Las concentraciones mantuvieron una preocupante homogeneidad en todo el lago, moviéndose en un rango de 0.011 a 0.017 mg/L. El valor más alto se registró en la superficie de Oeste Centro con 0.017 mg/L, seguido de cerca por Río Michatoya (0.016 mg/L).

En ambos periodos se rebasó de forma unánime el límite de 0.010 mg/L establecido por la OMS y la EPA. Esto consolida una condición de alarma sanitaria debido a la ausencia de un nivel seguro de exposición al plomo, especialmente por sus severos efectos neurotóxicos en el desarrollo cognitivo.

Hierro:

Las concentraciones de hierro fueron no detectables en la capa superficial de casi todos los puntos internos del lago. Sin embargo, en el Río Villalobos se disparó drásticamente hasta

alcanzar los 0.92 mg/L. De igual forma, aparecieron concentraciones en las capas profundas de Bahía Playa de Oro (5 m) y Oeste Centro (10 y 20 m) con valores inferiores a <0.5985 mg/L.

En mayo, el comportamiento fue casi idéntico: no detectable en la mayoría de sitios a excepción del Río Villalobos, que registró 0.798 mg/L. En junio, la carga de hierro en este río aumentó en un 15%, acentuando el arrastre de material particulado y escorrentías.

Al superar el valor guía de la OMS (0.30 mg/L) en la zona de descarga, continúa alterando las propiedades organolépticas del agua y acelerando el deterioro ambiental en la desembocadura.

Metales no detectados

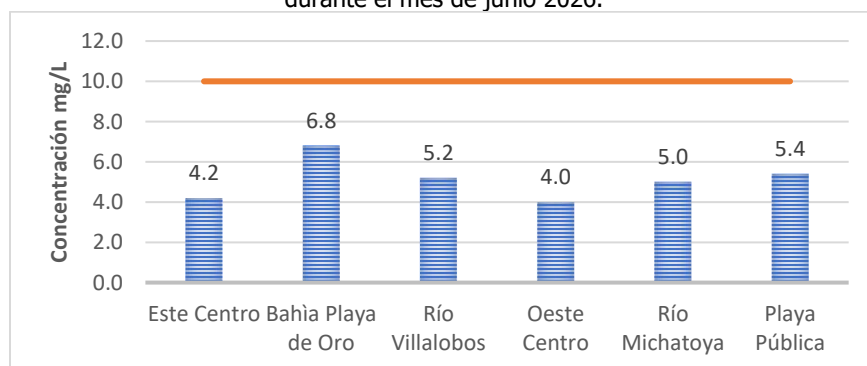
El Mercurio (Hg), Zinc (Zn) y el Cobre (Cu) se mantuvieron estrictamente como No Detectados (ND). El Níquel (Ni) mostró niveles mínimos de traza, por debajo del límite de cuantificación (<0.3587 mg/L) únicamente en Este Centro, Oeste Centro y Río Michatoya.

Se conserva la tendencia favorable para este bloque de metales. En mayo, los cuatro elementos (Hg, Cu, Zn, Ni) fueron unánimemente no detectables en todo el muestreo.

Al mantenerse ausentes o muy por debajo de los límites permisibles de la OMS (0.006 mg/L para Hg, 2.0 mg/L para Cu y 3.0 mg/L para Zn), se ratifica que estos elementos específicos no ejercen una presión sanitaria ni ambiental inmediata sobre la cuenca.

GRASAS Y ACEITES

Gráfica 1: Valores de grasas y aceites (mg/L) registrados en cinco puntos de monitoreo del lago de Amatitlán durante el mes de junio 2026.



Fuente: División de control, calidad ambiental y manejo de lagos, 2026.

Las grasas y aceites son compuestos que pueden generar impactos negativos en los ecosistemas acuáticos, principalmente por su capacidad de formar películas en la superficie del agua que limitan el intercambio gaseoso y reducen la disponibilidad de oxígeno disuelto, afectando el equilibrio ecológico del sistema (Wetzel, 2001).

En el mes de junio, la dinámica de estos contaminantes mostró variaciones espaciales significativas en comparación con el periodo anterior. El valor más elevado se observó en Bahía Playa de Oro con 6.8 mg/L, lo cual representa un incremento notable respecto a los

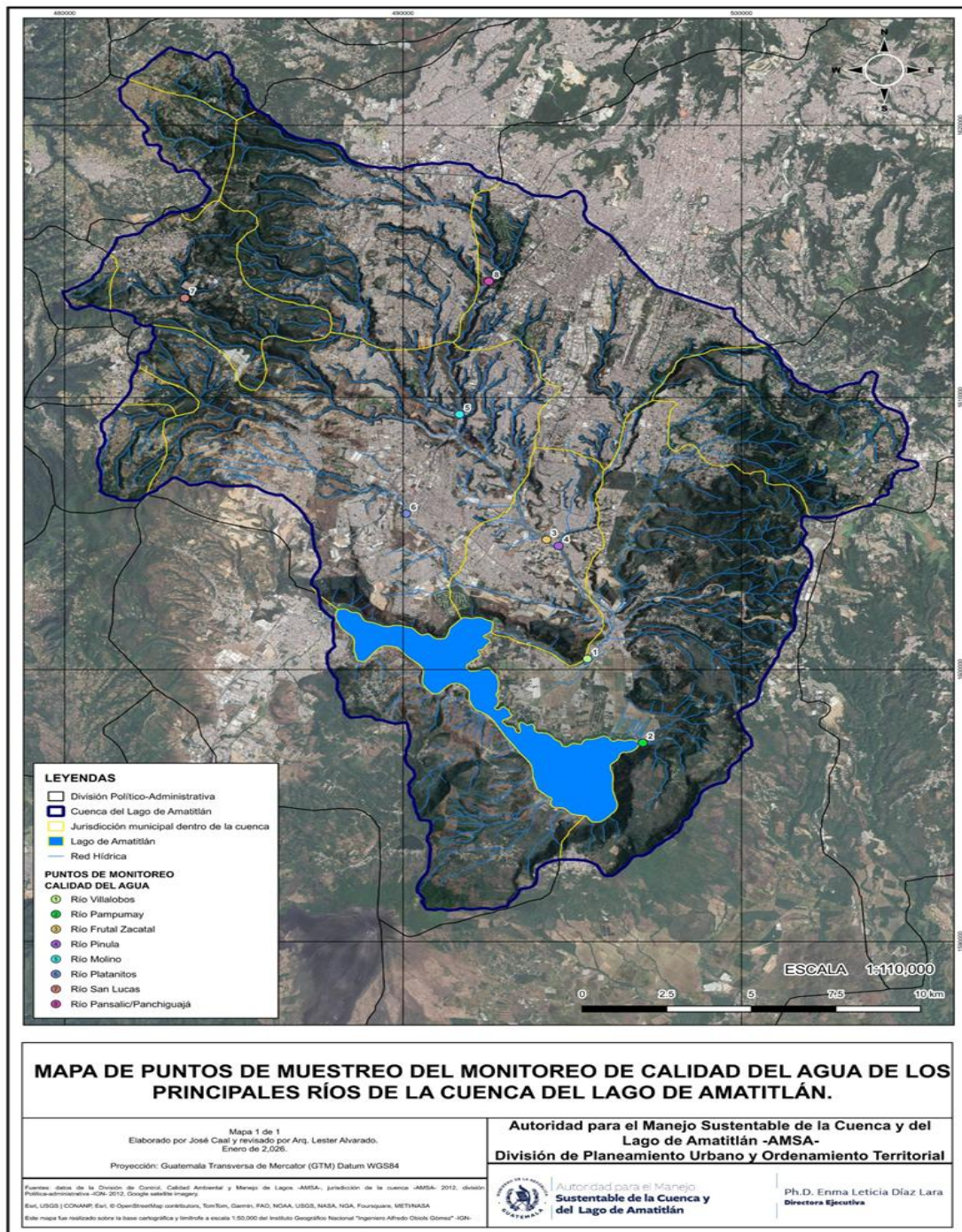


Autoridad para el Manejo **Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán**

5.0 mg/L registrados en mayo, posicionando a este sector como el punto de mayor acumulación superficial de material lipídico durante este muestreo. Por su parte, el Río Villalobos reportó una concentración de 5.2 mg/L, reflejando una disminución en comparación con los 6.8 mg/L del mes de mayo, aunque se mantiene como una fuente continua de aporte de contaminación orgánica proveniente de la actividad urbana e industrial de la cuenca.

En Playa Pública se registró una concentración de 5.4 mg/L (ligeramente menor a los 6.2 mg/L de mayo), mientras que el Río Michatoya experimentó un descenso considerable al marcar 5.0 mg/L, alejándose del pico crítico de 7.2 mg/L que había liderado los registros del mes anterior. Los valores más bajos del sistema se detectaron en las zonas internas de Este Centro y Oeste Centro, con 4.2 mg/L y 4.0 mg/L, respectivamente, mostrando reducciones moderadas frente a sus concentraciones previas (5.2 mg/L y 6.0 mg/L).

RIOS



Parámetros *In Situ*

Tabla 11: Parámetros in situ de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.

Fecha	Hora	Sitio	Altitud (msnm)	Caudal (L/s)	pH (U)	Temperatura (°C)	Conductividad (uS/cm)	Salinidad (%)	TDS (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Saturación de oxígeno (%)
9/06/2026	09:18	Río Villalobos	1,217	1,201.06	7.73	22.80	655.0	0.20	328	4.64	61.50
9/06/2026	10:31	Río Pinula	1,227	639.60	7.48	27.90	738.0	0.30	369	1.22	16.40
9/06/2026	11:50	Río Frutal Zacatal	1,226	897.50	7.63	28.10	842	0.40	421	0.778	10.90
9/06/2026	13:10	Río Platanitos	1,336	134.10	7.820	26.30	810	0.30	405	2.840	40.80
10/06/2026	09:32	Río San Lucas	1,925	93.84	7.89	18.10	551	0.20	275	6.15	82.40
10/06/2026	11:30	Río Pansalio/Panchiguajá	1,404	395.50	7.66	23.60	444	0.10	222	7.120	96.20
10/06/2026	12:45	Río Molino	1,313	350.50	7.65	25.90	466	0.10	233	6.37	90.50
11/06/2026	09:30	Río Pampumay	1,199	15.19	7.42	21.60	185	<0.1	93	7.520	98.00

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Potencial de hidrógeno (pH):

Los valores de pH en los tributarios se mantuvieron en un rango estrecho y homogéneo, oscilando entre 7.42 y 7.89. El valor más bajo se registró en el Río Pampumay (7.42), mientras que el más alto se presentó en el Río San Lucas (7.89).

En mayo, los ríos presentaron valores entre 7.67 y 7.88, con el mínimo en el río Pinula y el máximo en el río Molino. Junio muestra una ligera tendencia hacia la neutralidad en algunos puntos (como Pampumay y Pinula con 7.48), lo cual es característico del efecto de dilución por escorrentía pluvial.

Todos los ríos evaluados en junio se mantuvieron dentro del rango recomendado por la EPA (6.5 a 9.0) para la protección de la vida acuática, indicando que este parámetro no representa una limitante química inmediata para la biota.

Temperatura (°C)

Las temperaturas del agua oscilaron entre 18.10 °C y 28.10 °C. El valor más bajo volvió a corresponder al Río San Lucas (18.10 °C), mientras que el pico térmico más elevado se registró en el Río Frutal Zacatal (28.10 °C), seguido de cerca por el Río Pinula (27.90 °C).

En comparación con mayo (rango de 18.60 °C a 26.30 °C), junio experimentó un incremento en sus temperaturas máximas, subiendo casi 2 °C en los puntos más cálidos. El Río San Lucas consolidó su tendencia como el más frío debido a su elevada altitud (1,925 msnm), su cobertura vegetal y condiciones rurales que favorecen el sombreado del cauce.

Conductividad y Sólidos Disueltos Totales (TDS)

El Río Frutal Zacatal registró los valores más altos de conductividad y TDS con 842 µS/cm y 421 mg/L, respectivamente, seguido por el Río Platanitos (810 µS/cm y 405 mg/L) y el Río Pinula (738 µS/cm y 369 mg/L). En contraste, el Río Pampumay presentó los niveles más bajos con 185 µS/cm y 93 mg/L.

En mayo, el río Pansalic/Panchiguaajá había registrado la mayor conductividad; sin embargo, en junio este río mostró un descenso notable (444 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sugiriendo un fuerte proceso de dilución por el aumento de su caudal (395.50 L/s). Por otro lado, el Río Pampumay se consolidó en ambos meses como el cuerpo de agua con las condiciones más naturales y menor alteración antrópica.

Con excepción de Pampumay, la mayoría de los ríos tributarios continuaron superando ampliamente el rango considerado normal para ecosistemas naturales de agua dulce (150 a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), confirmando una alta concentración de sales y sustancias ionizadas disueltas procedentes de descargas domésticas e industriales.

Oxígeno Disuelto

Los ríos Pampumay (7.52 mg/L y 98.0%), Pansalic/Panchiguaajá (7.12 mg/L y 96.2%), Molino (6.37 mg/L y 90.5%) y San Lucas (6.15 mg/L y 82.4%) presentaron concentraciones óptimas, superiores al límite crítico de 5 mg/L.

Los ríos Frutal Zacatal (0.778 mg/L y 10.9%) y Pinula (1.22 mg/L y 16.4%) exhibieron niveles de asfixia ecológica, seguidos por el Río Platanitos (2.84 mg/L) y el Río Villalobos (4.64 mg/L).

Junio muestra una notable mejoría en ríos como Pansalic/Panchiguaajá y Molino, los cuales en mayo presentaban concentraciones extremadamente bajas y en este muestreo superaron los 6 mg/L, impulsados probablemente por la aireación física debida al aumento de caudales y corrientes pluviales. Asimismo, el Río Pinula experimentó una leve recuperación al subir de 0.031 mg/L en mayo a 1.22 mg/L en junio, aunque se mantiene en un estado crítico de hipoxia debido a la severa carga orgánica residual que transporta.

Parámetros fisicoquímicos de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán

Tabla 12: Parámetros Fisicoquímicos (Nutrientes) de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.

Sitio	Fósforo total (mg/L)	Ortofosfatos (mg/L)	Nitrógeno de Amonio (mg/L)	Nitrógeno de Nitrato (mg/L)	Nitrógeno de Nitrito (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)
Río Villalobos	1.6721	1.1096	12.6695	< 0.0500	0.0047	16.4321
Río Pinula	3.9289	2.1292	19.8275	< 0.0500	0.0062	30.2992
Río Frutal Zacatal	4.0493	2.3494	18.2536	< 0.0500	0.0063	30.0019
Río Platanitos	4.4173	2.0087	18.0040	< 0.0500	0	35.0237
Río San Lucas	3.6294	1.8027	14.4953	0	0.0830	35.0261
Río Pansalic/Panchiguaajá	2.1653	1.1771	13.3661	< 0.0500	0	19.0247
Río Molino	1.5176	0.6750	6.5467	< 0.0500	0	12.5837
Río Pampumay	0.4059	0.1139	0.0337	0	0.0075	3.5658

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Nutrientes

Durante el mes de junio de 2026, el monitoreo de nutrientes (fósforo y nitrógeno) en los ríos tributarios de la cuenca del Lago de Amatitlán reflejó una persistente saturación de compuestos orgánicos. Al contrastar estos resultados con el mes de mayo, se hacen evidentes fluctuaciones drásticas en las concentraciones debido al comportamiento de los caudales, los procesos de lavado de suelo y la dilución pluvial.

- **Nitrógeno Total (NT)**

Las concentraciones se movieron en un rango de 3.5658 mg/L hasta picos críticos de 35.0261 mg/L (Río San Lucas) y 35.0237 mg/L (Río Platanitos). Los ríos Pinula y Frutal Zacatal también exhibieron niveles alarmantes rondando los 30 mg/L. El Río Pampumay se mantuvo como el punto con menor carga, registrando 3.5658 mg/L.

Mayo reportó extremos mucho más severos y dispersos, liderados por el Río Platanitos con un alarmante 60.6683 mg/L y el río Pansalic/Panchiguajá con 56.7799 mg/L. En junio se observó un notable descenso en estos picos máximos (por ejemplo, Pansalic bajó a 19.0247 mg/L), lo cual responde directamente al efecto de dilución por el aumento de caudales. Sin embargo, el Río Pampumay duplicó su concentración respecto a mayo (1.7233 mg/L), sugiriendo un arrastre por escorrentía agrícola en sus zonas rurales.

- **Nitrógeno de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) y Nitrógeno de nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$)**

Los nitratos se mantuvieron de forma casi unánime por debajo del límite de detección (<0.0500 mg/L) en prácticamente todos los tributarios. Los nitritos presentaron valores insignificantes o nulos (0 mg/L) en la mayoría de los puntos, detectándose únicamente trazas en el Río San Lucas (0.0830 mg/L), Río Pampumay (0.0075 mg/L), Frutal Zacatal (0.0063 mg/L) y Pinula (0.0062 mg/L).

La ausencia total de formas oxidadas de nitrógeno reafirma la tendencia observada en mayo (donde solo Pampumay lograba registrar 0.2858 mg/L de nitratos). Esto ratifica que la capacidad de autodepuración biológica de los ríos de la cuenca está completamente anulada debido a la asfixia por carga orgánica.

- **Nitrógeno de amonio ($\text{NH}_4\text{-N}$)**

El amonio continuó dominando las formas de nitrógeno en el agua, con concentraciones alarmantes en el Río Pinula (19.8275 mg/L), Río Frutal Zacatal (18.2536 mg/L) y Río Platanitos (18.0040 mg/L). Estos valores son equivalentes a los encontrados en aguas negras urbanas sin tratamiento.

En mayo, los focos rojos de amonio se concentraron en Pansalic/Panchiguajá (35.1844 mg/L) y Platanitos (32.5163 mg/L). Para junio, la carga en Pansalic disminuyó a más de la mitad (13.3661 mg/L). Es importante destacar que los ríos que registraron las concentraciones más sofocantes de amonio en junio (Pinula y Frutal Zacatal) coinciden de manera exacta con los puntos que reportaron los peores niveles de oxígeno disuelto del sistema (<1.25 mg/L), confirmando que la falta de oxígeno bloquea el proceso natural de

nitrificación (paso de amonio a nitrato), provocando la peligrosa acumulación de este compuesto reducida en el agua.

- **Fósforo total (PT)**

Las concentraciones oscilaron entre 0.4059 mg/L (Río Pampumay) y 4.4173 mg/L (Río Platanitos). Con excepción de Pampumay, el resto de los tributarios superaron de forma masiva el umbral de 0.50 mg/L, valor crítico internacionalmente asociado a la hipereutrofización. Los puntos con mayor acumulación de fósforo fueron Platanitos (4.4173 mg/L), Frutal Zacatal (4.0493 mg/L) y Pinula (3.9289 mg/L).

Durante mayo, la carga fosfatada fue considerablemente superior, registrando picos máximos en Pansalic/Panchiguajá de 7.0243 mg/L y Platanitos con 6.4421 mg/L. Al igual que el nitrógeno, el incremento de las lluvias y el arrastre pluvial en junio generaron una dilución de la concentración total en los puntos más contaminados, aunque el sistema sigue vertiendo toneladas de fósforo hacia el lago de Amatitlán. El Río Pampumay triplicó su nivel respecto a mayo (0.1398 mg/L).

- **Ortofosfatos (PO₄-P)**

La fracción directamente biodisponible para el crecimiento descontrolado de algas y cianobacterias se mantuvo sumamente elevada en Frutal Zacatal (2.3494 mg/L), Pinula (2.1292 mg/L) y Platanitos (2.0087 mg/L). El valor más bajo se localizó en Pampumay (0.1139 mg/L).

En mayo, las concentraciones de ortofosfatos alcanzaron picos de hasta 3.36 mg/L en Platanitos y San Lucas. En junio, los niveles experimentaron un leve descenso generalizado, estabilizándose alrededor de los 2.0 mg/L en las subcuencas más urbanizadas. A pesar de esta ligera reducción en el orden de magnitud, el agua transportada posee un potencial biológico destructivo masivo, asegurando el alimento necesario para mantener el estado de hipereutrofización y el florecimiento de microcistinas en el lago receptor.

Otros análisis

Tabla 13: Parámetros Fisicoquímicos (Carbono) de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.

Sitio	DBO ₅ (mg/L O ₂)	DQO (mg/L O ₂)	Relación DBO ₅ /DQO
Río Villalobos	40	99	0.40
Río Pinula	150	208	0.72
Río Frutal Zacatal	125	191	0.65
Río Platanitos	180	274	0.66
Rio San Lucas	95	166	0.57
Río Pansalic/Panchiguajá	50	148	0.34
Rio Molino	52	84	0.62
Río Pampumay	6	104	0.06

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

- **Demanda Bioquímica (DBO₅)**

Las concentraciones de DBO₅ mostraron un rango extremadamente amplio, oscilando entre 6 mg/L O₂ (Río Pampumay) y un alarmante pico de 180 mg/L O₂ (Río Platanitos). Los ríos Pinula y Frutal Zacatal también presentaron niveles críticos de contaminación orgánica biodegradable, con 150 mg/L O₂ y 125 mg/L O₂, respectivamente.

En mayo, la mayoría de los tributarios ya superaban el umbral de los 30 mg/L O₂, situándose los valores más altos en los ríos Pansalic/Panchiguajá, San Lucas, Pinula y Platanitos. Para junio, mientras que ríos como el Pansalic experimentaron una disminución notable en su carga biodegradable (descendiendo a 50 mg/L O₂), el Río Platanitos y el Río Pinula consolidaron un agravamiento en sus concentraciones, lo que demuestra un aporte masivo y continuo de desechos orgánicos frescos (principalmente domésticos) que supera la capacidad de dilución de las lluvias de la época. El Río Pampumay se reafirmó en ambos meses como el único tributario con condiciones óptimas y baja carga orgánica.

- **Química de Oxígeno (DQO)**

Los niveles de DQO alcanzaron su punto más crítico en el Río Platanitos con 274 mg/L, seguido por el Río Pinula (208 mg/L) y el Río Frutal Zacatal (191 mg/L). Los valores más bajos de compuestos oxidables totales se registraron en el Río Molino (84 mg/L) y el Río Villalobos (99 mg/L).

En mayo, los mayores valores de DQO (superiores a 150 mg/L) estaban distribuidos entre Pansalic/Panchiguajá, San Lucas, Platanitos y Pinula. En junio, la tendencia a la baja en el río Pansalic/Panchiguajá (148 mg/L) y en el Río Villalobos evidencia el lavado y la dilución de compuestos químicos refractarios por el aumento del caudal pluvial.

Un comportamiento atípico se observó en el Río Pampumay, que registró una DQO de 104 mg/L en junio; un valor elevado en comparación con su baja DBO₅ que sugiere un arrastre puntual de compuestos de lenta degradación o de origen químico/agrícola debido a las escorrentías de las primeras lluvias.

Los ríos Pinula (0.72), Río Platanitos (0.66), Frutal Zacatal (0.65) y Molino (0.62) presentaron índices muy elevados. Una relación superior a 0.60 indica que la materia orgánica es predominantemente biodegradable, lo que hace a estos efluentes altamente aptos para sistemas de tratamiento biológico, pero también provoca una caída fulminante del oxígeno disuelto al ingresar al medio natural.

El Río Pansalic/Panchiguajá (0.34) y, de forma extrema, el Río Pampumay (0.06) mostraron relaciones muy bajas. En el caso de Pampumay, su índice de 0.06 confirma que casi la totalidad de la carga medida por DQO corresponde a sustancias inertes, no biodegradables o compuestos químicos que no consumen oxígeno por vía biológica.

Tabla 14: Parámetros Físicoquímicos (Perfil de sólidos y apariencia) de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.

Sitio	Color Aparente (U Pt-Co)	Color Verdadero (U Pt-Co)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Sedimentables (mL/L)	Turbidez (NTU)
Río Villalobos	370	86	35	440	< 0.1	29
Río Pinula	900	83	81	580	1	91
Río Frutal Zacatal	1,124	96	150	690	0.8	149
Río Platanitos	1,228	122	165	712	1.5	174
Río San Lucas	864	61	110	464	0.5	107
Río Pansalic/Panchiguajá	492	80	60	332	0.7	57
Río Molino	1,120	60	308	648	2.0	291
Río Pampumay	880	29	303	594	2.0	205

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

Perfil de sólidos

Durante el mes de junio de 2026, el análisis físico del perfil de sólidos y la apariencia (color y turbidez) en los ríos tributarios de la cuenca del Lago de Amatitlán reflejó de forma directa el impacto de la consolidación de la época lluviosa. Las escorrentías pluviales y los procesos erosivos provocaron un incremento masivo en el transporte de material particulado hacia el lago receptor, alterando de forma drástica la transparencia del agua.

El color aparente (que incluye las partículas disueltas y suspendidas) alcanzó niveles sumamente elevados en toda la cuenca, con su pico máximo en el Río Platanitos (1,228 U Pt-Co), seguido de cerca por el Río Frutal Zacatal (1,124 U Pt-Co) y el Río Molino (1,120 U Pt-Co). Por otro lado, los valores de color verdadero (medido tras remover los sólidos suspendidos) fueron significativamente menores, oscilando entre 29 U Pt-Co (Río Pampumay) y 122 U Pt-Co (Río Platanitos).

En mayo, los ríos Pansalic/Panchiguajá, Frutal Zacatal y Platanitos lideraban los niveles de color debido a la alta concentración de descargas residuales concentradas. En junio, la brecha masiva entre el color aparente y el verdadero (por ejemplo, el Río Molino pasa de 1,120 a solo 60 U Pt-Co al ser filtrado) demuestra que el cambio estético del agua está condicionado mayoritariamente por sólidos físicos arrastrados por las lluvias y no exclusivamente por tintes químicos disueltos.

El Río Molino y el Río Pampumay registraron las concentraciones más alarmantes de SST, con 308 mg/L y 303 mg/L, respectivamente. A su vez, el Río Platanitos reportó la mayor carga de Sólidos Totales con 712 mg/L, seguido por el Río Frutal Zacatal con 690 mg/L. Las menores concentraciones de SST se detectaron en el Río Villalobos (35 mg/L).

Los valores más altos de material pesado capaz de asentarse rápidamente se localizaron en el Río Molino (2.0 mL/L) y el Río Pampumay (2.0 mL/L), seguidos por el Río Platanitos (1.5 mL/L).

En mayo, los sólidos suspendidos totales alcanzaron un máximo de 178 mg/L y los totales hasta 934 mg/L. En junio, el panorama cambió drásticamente en ríos de carácter más rural o con pendientes pronunciadas como Molino y Pampumay; este último, que en mayo

registraba los niveles más bajos y limpios de toda la cuenca, sufrió en junio un incremento drástico en sus SST (303 mg/L) y sólidos sedimentables (2.0 mL/L). Este comportamiento es un indicador clásico del "lavado de cuenca", donde las primeras lluvias fuertes remueven los suelos erosionados y deforestados de las zonas agrícolas.

En perfecta concordancia con el perfil de sólidos suspendidos, la turbidez registró niveles críticos en el Río Molino con 291 NTU, seguido por el Río Pampumay (205 NTU) y el Río Platanitos (174 NTU). El punto con el agua físicamente más clara fue el Río Villalobos, reportando apenas 29 NTU.

Durante mayo, la turbidez generalizada respondía principalmente a la densidad de la carga orgánica residual urbana. En junio, los picos se desplazaron hacia los ríos que sufrieron un mayor arrastre de lodos y arcillas (Molino y Pampumay), evidenciando que la dinámica física del agua en este periodo está gobernada por factores hidroclimáticos y erosivos.

Los resultados de junio consolidan una seria advertencia para el Lago de Amatitlán. El arrastre masivo de sólidos suspendidos y sedimentables detectado en tributarios clave como el Río Molino, Platanitos y Pampumay acelerará el proceso de colmatación (pérdida de profundidad por acumulación de lodo) en las zonas de desembocadura. Asimismo, niveles de turbidez superiores a 150-200 NTU actúan como una barrera física implacable que bloquea el paso de la luz solar en la columna de agua, anulando la fotosíntesis de la vegetación subacuática útil y alterando los hábitos de la fauna nativa, lo cual profundiza el deterioro del equilibrio ecológico del sistema lacustre.

MICROBIOLOGÍA:

Los indicadores microbiológicos, como los coliformes fecales y *Escherichia coli* (*E. coli*), son utilizados para evaluar la contaminación fecal en cuerpos de agua y determinar posibles riesgos sanitarios para la salud humana y los ecosistemas acuáticos. La presencia de estos microorganismos indica contaminación reciente por aguas residuales domésticas o excretas de origen humano y animal (EPA, 2012; APHA, 2023).

Tabla 15: Calidad Microbiológica de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.

Sitio	Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)
Río Villalobos	3.10E+07	2.10E+07
Río Pinula	1.40E+06	4.20E+05
Río Frutal Zacatal	1.10E+07	6.70E+06
Río Platanitos	3.30E+07	2.00E+07
Río San Lucas	6.10E+06	4.20E+06
Río Pansalic/Panchiguajá	5.80E+06	3.70E+06
Río Molino	8.50E+05	4.20E+05
Río Pampumay	1.50E+03	7.50E+02

Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

El eje compuesto por el Río Platanitos y el Río Villalobos se consolidó como el sector más afectado y peligroso de la cuenca, alcanzando concentraciones máximas extremas de coliformes fecales (hasta 3.30×10^7 UFC/100 mL) y de E. coli (hasta 2.10×10^7 UFC/100 mL). Estos valores reflejan densidades bacterianas equivalentes a las de aguas residuales domésticas crudas y sin tratamiento.

El Río Villalobos triplicó su carga bacteriana en comparación con el mes anterior. El inicio de la época lluviosa provocó un "efecto de arrastre" que lavó aguas negras estancadas y lixiviados hacia los cauces principales.

El río Pansalic/Panchiguajá (que había sido el peor en mayo) mostró una reducción notable de bacterias, mientras que el Río Pinula y el Río Molino experimentaron un leve alivio numérico.

El Río Pampumay se mantuvo firmemente como la única excepción de la cuenca, reportando los niveles más bajos y seguros de microorganismos (1.50×10^3 UFC/100 mL), gracias a su entorno rural y menor impacto humano.

Los ríos de la cuenca actúan como vectores biológicos de alto peligro, lo que consolida una emergencia sanitaria permanente para las comunidades ribereñas que dependen de estas fuentes para uso agropecuario o subsistencia.

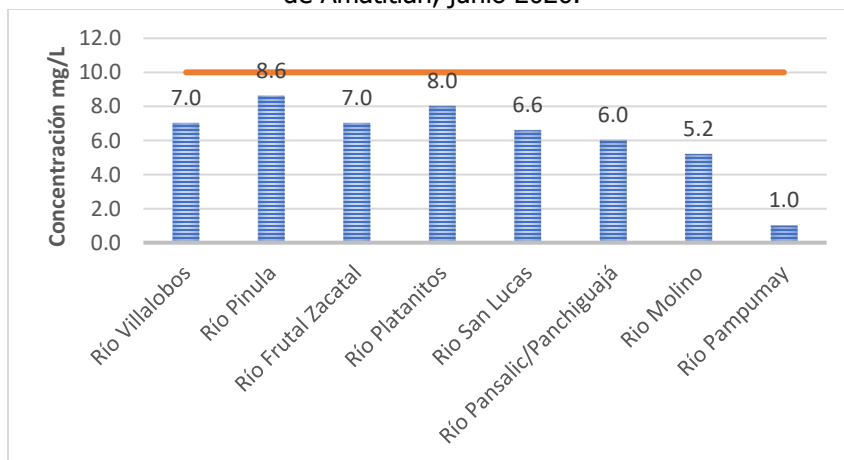
Esta masiva inyección de patógenos hacia el Lago de Amatitlán anula los esfuerzos por recuperar sus servicios ecosistémicos y altera de forma irreversible el equilibrio biológico de la fauna acuática nativa.

GRASAS Y ACEITES

De manera complementaria, se evaluaron las concentraciones de grasas y aceites en los principales ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, como un indicador de contaminación asociada principalmente a descargas domésticas, comerciales e industriales.

Durante el mes de junio de 2026, las concentraciones de grasas y aceites en los ríos tributarios de la cuenca del Lago de Amatitlán mostraron una reconfiguración en su distribución espacial y una notable tendencia general a la baja en los puntos más críticos en comparación con el mes de mayo.

Gráfica 2: Valores de grasas y aceites (mg/L) registrados los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.



Fuente: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo del lago, 2026.

El valor más elevado durante junio se registró de manera compartida en el Río Platanitos y el Río San Lucas, ambos alcanzando 6.4 mg/L. Para el Río Platanitos, esto representa una reducción respecto a los 8.4 mg/L de mayo. En contraste, el Río Pinula —que en mayo lideraba la contaminación de la cuenca con un pico crítico de 9.8 mg/L— experimentó un descenso muy significativo en junio, estabilizándose en 5.4 mg/L.

Los ríos Frutal Zacatal y Villalobos reportaron concentraciones idénticas de 5.2 mg/L. Para el Frutal Zacatal, esto significó un alivio frente a los 7.8 mg/L del mes previo. Por su parte, el Río Pansalic/Panchiguajá se situó en 4.8 mg/L y el Río Molino descendió a 4.2 mg/L, logrando desmarcarse notablemente de los 8.6 mg/L que había registrado en mayo.

La transición de mayo a junio estuvo marcada por una disminución generalizada en los órdenes de magnitud de las grasas y aceites en casi todas las subcuencas urbanizadas (donde las concentraciones rondaban previamente los 7.0 a 9.8 mg/L y en junio bajaron a un rango de 4.2 a 6.4 mg/L).

Esta dinámica demuestra el efecto de dilución pluvial provocado por el establecimiento formal de las lluvias en la cuenca. Al aumentar considerablemente los caudales de los ríos, el volumen de agua logró diluir las descargas continuas de aceites domésticos, comerciales e industriales. Sin embargo, a pesar de esta mejoría numérica, niveles flotantes alrededor de los 5 y 6 mg/L siguen representando un ingreso constante de lípidos refractarios que amenazan el intercambio gaseoso en el vaso receptor del lago.

METALES PESADOS

Tabla 16: Análisis de metales pesados de los ríos tributarios de la cuenca del lago de Amatitlán, junio 2026.

Sitio	Arsénico (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cromo total (mg/L)	Plomo (mg/L)	Mercurio (mg/L)	Cobre (mg/L)	Níquel (mg/L)	Zinc (mg/L)	Hierro (mg/L)
Río Villalobos	0.02	0.0019	<0.003	0.011	ND	ND	ND	ND	0.687
Río Pinula	0.018	0.0023	<0.003	0.011	ND	ND	<0.359	ND	<0.598
Río Frutal Zacatal	0.017	0.0028	0.006	0.014	ND	ND	<0.359	ND	1.222
Río Platanitos	0.025	0.0027	0.004	0.014	ND	ND	<0.359	ND	1.977
Río San Lucas	0.019	0.0011	<0.003	0.007	ND	ND	ND	ND	2.156
Río Pansalic/Panchiguajá	0.014	0.001	<0.003	0.007	ND	ND	ND	ND	1.275
Río Molino	0.031	0.0016	<0.003	0.011	ND	ND	ND	ND	3.072
Río Pampumay	0.051	0.0005	<0.003	0.006	ND	ND	ND	ND	4.886

ND: No detectado

Fuente: División de Control, calidad ambiental y manejo del lago, 2026.

Arsénico:

Los niveles de arsénico total en los ríos tributarios se movilizaron en un rango de 0.014 a 0.051 mg/L. El valor más alarmante se registró de forma atípica en el Río Pampumay con 0.051 mg/L, seguido por el Río Molino con 0.031 mg/L y el Río Platanitos con 0.025 mg/L. El punto con menor concentración fue el Río Pansalic/Panchiguajá con 0.014 mg/L.

Absolutamente todos los ríos evaluados en junio rebasaron el valor máximo recomendado de 0.010 mg/L establecido por la OMS y la USEPA para el agua de consumo humano. El incremento crítico en ríos como Pampumay y Molino evidencia que las lluvias de junio activaron una fuerte liberación por erosión geológica natural de la cuenca y arrastre de sedimentos ricos en este metaloide, agravando el riesgo sanitario de exposición crónica.

Cadmio:

Las concentraciones oscilaron entre 0.0005 mg/L (Río Pampumay) y 0.0028 mg/L (Río Frutal Zacatal). El Río Platanitos también exhibió un valor elevado de 0.0027 mg/L, mientras que el Río Pinula reportó 0.0023 mg/L.

Si bien ninguno de los tributarios superó el límite provisional de la OMS para agua potable (0.003 mg/L), la gran mayoría (a excepción de Pampumay con 0.0005 mg/L) rebasó con creces el criterio ecológico de la USEPA para la protección de la vida acuática en agua dulce (0.00114 mg/L), perpetuando una condición de toxicidad crónica para los organismos del ecosistema hídrico.

Cromo:

Se detectaron concentraciones medibles únicamente en el Río Frutal Zacatal (0.006 mg/L) y el Río Platanitos (0.004 mg/L). Los seis ríos restantes se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación analítica del método (<0.003 mg/L).

Los valores detectados continúan estando sumamente alejados de los umbrales de peligro establecidos por la OMS (0.05 mg/L), por lo que el cromo no se cataloga como un contaminante crítico inmediato para la salud humana en esta fase.

Plomo:

Las concentraciones fluctuaron entre 0.006 mg/L (Río Pampumay) y 0.014 mg/L compartidos entre el Río Frutal Zacatal y el Río Platanitos. Los ríos Villalobos, Pinula y Molino se estabilizaron de manera uniforme en 0.011 mg/L.

A pesar de la mejoría provocada por el incremento del caudal hídrico, la mayoría de los ríos monitoreados continuaron superando de forma unánime el límite de 0.010 mg/L normado por la legislación guatemalteca y la OMS para agua potable. Esto mantiene encendidas las alertas sanitarias por los severos efectos neurotóxicos inherentes al plomo.

Hierro:

Las concentraciones de hierro total experimentaron una subida masiva y generalizada en toda la cuenca hídrica. Los valores oscilaron desde un mínimo de 0.687 mg/L (Río Villalobos) hasta un impactante pico de 4.886 mg/L en el Río Pampumay. El Río Molino también reportó un nivel sobresaliente de 3.072 mg/L, seguido por Río San Lucas (2.156 mg/L), Río Platanitos (1.977 mg/L), Río Pansalic (1.275 mg/L) y Frutal Zacatal (1.222 mg/L). El único punto por debajo de la línea de cuantificación generalizada fue el Río Pinula (<0.598 mg/L). Todos los tributarios detectados en junio pulverizaron de forma masiva el valor de referencia de la normativa guatemalteca y la OMS (0.30 mg/L). Este comportamiento encaja en perfecta correlación con los análisis físicos de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Turbidez evaluados previamente en este mismo mes; confirmando que las copiosas lluvias provocaron un agresivo deslave y escorrentía sobre suelos erosionados, inyectando lodos ricos en óxidos de hierro hacia el sistema de ríos.

Metales No Detectados (Hg, Cu, Ni, Zn):

El Mercurio (Hg) y el Cobre (Cu) se reportaron estrictamente como No Detectados (ND) en todas las subcuencas. El Zinc (Zn) también se documentó unánimemente como ND. El Níquel (Ni) únicamente reflejó trazas por debajo de su límite de cuantificación analítica (<0.359 mg/L) en los ríos Pinula, Frutal Zacatal y Platanitos, manteniéndose como ND en el resto.

Se consolida exactamente el mismo escenario favorable observado durante el mes de mayo, donde este bloque de metales se encontró por debajo de las capacidades de detección de las metodologías analíticas aplicadas. Estos elementos específicos no representan, bajo las condiciones actuales, una presión química o sanitaria sobre la calidad ambiental de la cuenca.

Ficha de Seguimiento y Evaluación a nivel Estratégico

Ficha del indicador

División y/o Unidad Responsable	División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de lagos
Nombre del Indicador	Estado ecológico de la cuenca y del Lago de Amatitlán monitoreado a través de análisis de la calidad del agua y parámetros biológicos
Categoría del Indicador	Resultado Institucional (No cambia)
Línea Estratégica de la Política General Asociada "Cuidado de la Naturaleza",	Contribuir al mantenimiento de los ecosistemas naturales, la reforestación, la protección de cuencas hidrográficas, el mantenimiento del balance hídrico, la reducción de desastres por deslaves y erosión de suelos y la conservación de la biodiversidad, lo cual se considera como parte de la solución a la mitigación y adaptación al cambio climático.
Política Pública Asociada	Política de Conservación, Protección y Mejoramiento Ambiental

Descripción del Indicador	Se realizó el monitoreo y análisis de la calidad de agua de los principales cuerpos hídricos de la cuenca tributaria y del lago de Amatitlán con el fin de evaluar la calidad de agua de los mismos a través de diferentes análisis que se realizan en el Laboratorio de Aguas y Sólidos de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de lagos,			
Fórmula de cálculo	Número datos ejecutados mensual / Total de meta programada mensual * 100= nivel de avance que se logró en el mes			
Ámbito geográfico	Nacional	Regional	Departamento	Municipio
				X
Municipio Impactado	Amatitlán, Villa Canales, Villa Nueva, San Lucas y Mixco			
Frecuencia de la medición	Mensual	Cuatrimestral	Semestral	Anual
	X			
Línea Base	Valor Porcentual %	Numero de Datos ejecutado mensual	Total de meta Programada mensual	
Mes				
Junio	100	2860	2860	
Ampliación Técnica	Se realizaron los monitoreos al lago de Amatitlán y los principales ríos tributarios de la cuenca, así como, los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, microcistinas y metales pesados para la evaluación de la calidad de agua.			
Medios de Verificación				
Metodología de Ejecución	Informe mensual, cadenas de custodia, parámetros in situ, órdenes de análisis,			