



**EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA
LAGO DE ILOPANGO
AÑO 2015**

**MSC. ZULMA E. MENA
ESPECIALISTA DE LA CALIDAD DEL AGUA**

**DIRECCIÓN GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL
SAN SALVADOR, ENERO 2016**

INDICE

I. INTRODUCCION	2
II. METODOLOGIA DE TRABAJO	2
III. CALIDAD DE AGUA DEL LAGO DE ILOPANGO	5
IV. CONCLUSIONES	11

I. INTRODUCCION

El Lago de Ilopango es el lago natural más grande del país y su origen es de tipo volcánico, este se encuentra situado a 16 km de la ciudad San Salvador entre los departamentos de San Salvador, Cuscatlán y La Paz; cuenta con una altitud de 440 msnm, 72 km² de espejo de agua y una profundidad que varía entre los 240 a 260 metros. La cuenca de dicho cuerpo de agua tiene participación de catorce municipios y una población de 600 mil pobladores.

El trabajo de monitoreo de la calidad de agua del lago se desarrolló los días 25 y 26 de agosto del 2015, en el cual se realizó (a) evaluación de parámetros de calidad de agua "in situ" y (b) recolección, preservación y traslado de muestras de aguas superficiales al Laboratorio de Calidad de Agua del MARN para su procesamiento y (c) análisis de los datos obtenidos.



Foto No. 1 Sitio Cerros Quemados en el Lago de Ilopango

II. METODOLOGIA DE TRABAJO

Sitios de muestreo

El Lago de Ilopango cuenta con ocho (8) sitios de recolección de muestras en el espejo de agua, para la evaluación de las aptitudes de uso de los principales sectores del lago. A continuación se detalla la ubicación geográfica de los sitios.

Las muestras fueron preservadas siguiendo las directrices de los Métodos Estándar para Análisis de Aguas y Aguas Residuales, en su 21 edición del año 2005 de la APHA, AWWA, WEF.

Usos de agua evaluados

El agua del Lago de Ilopango se utiliza en las comunidades aledañas para agua para consumo, actividades domésticas, riego, recreación y pesca artesanal; por lo anterior, en el presente documento se ha procedido a evaluar la calidad de agua para los siguientes usos.

a. Agua cruda para potabilizar

El objetivo principal de evaluar la calidad de agua para ser utilizada como agua para potabilizar por métodos convencionales (filtración, desinfección por diversos métodos caseros), es determinar si dicha fuente de agua se encuentra libre de sustancias químicas y bacteriológicas que puedan producir efectos adversos a la salud de los usuarios de dicha fuente de agua.

La presencia de bacterias patógenas produce en su mayoría enfermedades gastrointestinales, mientras que altas concentraciones de elementos como Arsénico, Cadmio, Plomo y Cromo pueden producir serios efectos a mediano y largo plazo en los órganos internos del cuerpo humano; por otro lado, altas concentraciones de sales pueden impartir sabores y efectos laxantes al agua.

b. Agua para riego sin restricciones

La calidad de agua para riego debe evaluar no solamente en los efectos directos sobre las plantas y los consumidores de los productos, sino también, las afectaciones de dichas aguas al suelo. Varios elementos del agua son nutrientes para el desarrollo de las plantas, pero en exceso pueden ser tóxicos y causar que las plantas no crezcan. En general las sales en cantidades excesivas reducen la capacidad de intercambio osmótico de las plantas impidiendo la absorción de nutrientes del suelo.

c. Agua para actividades recreativas sin restricción

La recreación sin restricciones consiste en desarrollar actividades en las cuales existe un contacto prolongado y hay posibilidades de ingerir agua por accidente (natación, buceo). Por lo anterior, se requiere que dicha aguas cuenten con valores muy bajos de bacterias, carga orgánica biodegradable y se encuentren exentas de materia flotante y/o capas de grasas y aceites.

d. Agua para protección de vida acuática

Definir la calidad de agua para preservar las formas de vida acuática es complejo, debido a la gran gama de diversidad de vida en el medio acuático y los requerimientos específicos por familias y/o especies. En general, existen estudios de requerimientos de vida acuática para regiones templadas y es importante considerar que al ser utilizados en climas tropicales como el nuestro puede ser considerado solamente una referencia, pero es necesario desarrollar investigaciones para definir valores propios a nuestro medio ambiente. Por otro lado, es importante considerar que el aumento de temperatura acelera la fisiología de los peces y por consecuencia puede modificar los valores referencia de afectación a su desarrollo.

III. CALIDAD DE AGUA DEL LAGO DE ILOPANGO

Generalidades de la calidad de agua

El agua del Lago de Ilopango presenta condiciones alcalinas y valores de **Oxígeno disuelto** que varían entre 5.46 y 9.28 mg/L lo cual son condiciones aeróbicas muy buenas para el desarrollo de la vida acuática.

Los valores de **Conductividad** varían entre 1768 y 1865.5 uS/cm, lo que indica un alto contenido de sales disueltas, lo cual puede ser ocasionado por el ingreso de aguas termales.

La calidad bacteriológica del agua del Lago de Ilopango evaluada a través del indicador de **Coliformes fecales**, muestra ausencia de dicho indicador de contaminación por heces fecales, debido principalmente a que investigaciones indican que las toxinas generadas por las algas tipo verde azules tienen características bactericidas.

Las aguas del Lago de Ilopango presentan **Transparencias** (Disco Secchi) que oscilan entre 1.3 y 2.25 metros, lo que permite el ingreso de luz hasta dichas profundidades y favorece el desarrollo de vida acuática en el rango de profundidad mencionado.

Los valores de carga orgánica biodegradable cuantificada en la zona superficial del lago a través del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (**DBO₅**) son bajos y varían entre 1.7 y 4.1 mg/L, lo que indica, una baja carga orgánica que permite mantener los niveles de oxígeno disuelto estables para permitir el desarrollo de la vida en el lago.

A continuación se presentan las tablas con las distintas evaluaciones para los diversos usos en las cuales se ha coloreado de amarillos los datos obtenidos que no cumplen con las guías de calidad de agua.

Tabla No. 2 Resultados de calidad de agua para agua cruda para potabilizar

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6.5 a 9.2	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Oxígeno disuelto	mg/L		≥ 4	8.93	8.81	8.53	9.28	8.52	8.29	8.34	5.46
DBO5	mg/L		≤ 4	3.4	2.4	1.7	2.8	2.1	4.1	3.6	3
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	< 2000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos totales	mg/L		500	1016.5	1038.5	1026	1067	1042	1042.5	1013.5	1029
Nitratos	mg/L	< 0.03	45	9.12	10.17	9.12	11.75	11.75	8.6	8.6	5.97
Fosforo total	mg/L	< 0.07	0.5	0.69	0.67	0.7	0.67	0.66	0.68	0.78	0.68
Fosfatos	mg/L	< 0.02	0.5	0.64	0.57	0.66	0.53	0.49	0.56	0.66	0.54
Fenoles	mg/L	< 0.01	0.001	0.06	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.07	0.04
Boro	mg/L	< 0.02	0.3	9.23	6.46	6.92	5.48	5.73	6.88	8.94	2.58
Cadmio	mg/L	< 0.000196	0.003	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cromo Hexavalente	mg/L	< 0.01	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Níquel	mg/L	< 0.000468	0.02	0.101	0.053	0.062	0.059	0.032	0.09	0.092	0.064
Plomo	mg/L	< 0.000214	0.01	0.00243	0.00123	0.00205	0.00053	0.00292	0.00389	0.00107	0.00124
Arsénico	mg/L	< 0.000177	0.001	1.057	0.8448	0.9829	0.8246	0.9089	0.9136	0.8965	1.081
Cianuros	mg/L	< 0.002	0.05	0.01	0.011	0.011	0.017	0.013	0.018	0.01	0.014

ND No detectable,

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

Tabla No. 3 Resultados de calidad de agua para riego sin restricciones

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6.5 a 8.4	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Conductividad	μ Siemens/cm		750	1841	1843	1839.5	1768	1836.5	1836	1865.5	1830.5
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	< 1000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos	mg/L		1500	1016.5	1038.5	1026	1067	1042	1042.5	1013.5	1029

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
Nitratos	mg/L	< 0.03	5	9.12	10.17	9.12	11.75	11.75	8.6	8.6	5.97
Cloruros	mg/L	< 1.99	100	406.72	399.37	404.27	399.37	406.72	404.27	406.72	406.72
Sodio	mg/L	< 0.017	60	2.701	2.629	3.924	2.71	2.582	2.573	3.932	3.661
Aluminio	mg/L	< 0.00085	5	0.0448	0.0453	0.0681	0.0572	0.032	0.0257	0.0366	0.0612
Arsénico	mg/L	< 0.000177	0.1	1.057	0.8448	0.9829	0.8246	0.9089	0.9136	0.8965	1.081
Cadmio	mg/L	< 0.000196	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre	mg/L	< 0.004	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Boro	mg/L	< 0.02	2	9.23	6.46	6.92	5.48	5.73	6.88	8.94	2.58
Hierro	mg/L	≤ 0.009	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Plomo	mg/L	< 0.000214	5	0.00243	0.00123	0.00205	0.00053	0.00292	0.00389	0.00107	0.00124
Manganeso	mg/L	< 0.024	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Niquel	mg/L	< 0.000468	0.2	0.101	0.053	0.062	0.059	0.032	0.09	0.092	0.064
Zinc	mg/L	< 0.005	2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

ND No detectable,

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

Tabla No. 4 Resultados de calidad de agua para actividades recreativas con contacto humano

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6 a 9	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	≤ 200	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DBO5	mg/L		≤ 10	3.4	2.4	1.7	2.8	2.1	4.1	3.6	3
Grasas y material flotante		< 0.2	Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.17	ND

ND No detectable,

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

Tabla No. 5 Resultados de calidad de agua para protección de vida acuática

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DE DETECCION	VALOR GUIA	01SANAG	02CORRAL	03APULO	04CHAGU	05CERROS	06TEPEZ	07DESAG	08TEXA
pH	unidades de pH		6.5 a 9	8.85	8.85	8.82	8.85	8.9	8.82	8.81	8.81
Transparencia	metros			1.5	2.2	2.25	2	1.75	1.3	1.3	1.8
Oxígeno disuelto	mg/L		≥ 4	8.93	8.81	8.53	9.28	8.52	8.29	8.34	5.46
DBO5	mg/L		≤ 5	3.4	2.4	1.7	2.8	2.1	4.1	3.6	3
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos	mg/L		400	1016.5	1038.5	1026	1067	1042	1042.5	1013.5	1029
Arsénico	mg/L	< 0.000177	0.05	1.057	0.8448	0.9829	0.8246	0.9089	0.9136	0.8965	1.081
Cobre	mg/L	< 0.004	0.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cadmio	mg/L	< 0.000196	0.012	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hierro	mg/L	< 0.009	1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cromo hexavalente	mg/L	< 0.01	0.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Plomo	mg/L	< 0.000214	0.01	0.00243	0.00123	0.00205	0.00053	0.00292	0.00389	0.00107	0.00124
Aluminio	mg/L	< 0.00085	0.1	0.0448	0.0453	0.0681	0.0572	0.032	0.0257	0.0366	0.0612
Zinc	mg/L	< 0.005	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cianuros	mg/L	< 0.002	0.005	0.01	0.011	0.011	0.017	0.013	0.018	0.01	0.014
Aceites y Grasas	mg/L	< 0.2	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.17	ND
Fenoles	mg/L	< 0.01	1	0.06	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.07	0.04

ND No detectable,

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

Agua cruda para potabilizar

La calidad de agua del Lago de Ilopango no es apta para ser utilizada como agua cruda para potabilizar, debido a la presencia de valores por encima de los valores guías para Sólidos disueltos totales, Fosforo total, Fosfatos, Fenoles, Boro, Níquel y Arsénico para todas las muestras recolectadas.

Los valores de Arsénico varían entre 0.8246 y 1.081 mg/L siendo el valor guía para potabilizar por métodos convencionales de 0.001 mg/L; por lo que el valor máximo se encuentra 1081 veces presente en el agua; se sabe que la exposición a Arsénico está relacionada con lesiones cutáneas, neuropatía periférica, cáncer en la piel y cáncer pulmonar, aunque también puede provocar otros tipos de cánceres internos.

Los valores de Boro varían entre 2.58 y 9.23 mg/L siendo el valor guía de 0.3 mg/L para el presente uso; por lo que el valor máximo permitido se encuentra más de 30 veces presente en el agua; se conoce que la ingestión de cantidades grandes de dicho elemento puede producir daño en el estómago, los intestinos, el hígado y el riñón.

Los valores de Sólidos disueltos totales varían entre 1013.5 y 1067 mg/L siendo el valor máximo 500mg/L, lo anterior puede ocasionar efectos laxantes en las personas que consumen agua de dichas áreas del lago; por otro lado, los valores de Fenoles varían entre 0.04 y 0.08 mg/L siendo el valor guía para el presente uso 0.001 mg/L, lo anterior, puede ocasionar un deterioro de los órganos internos a mediano y largo plazo.

Agua para riego

El agua del Lago de Ilopango no es apta para riego según las guías de calidad de agua debido a la presencia de valores por encima de las guías de calidad de agua para pH, Conductividad, Cloruros, Nitratos, Arsénico y Boro.

Los valores de Conductividad varían entre los 1768 y 1865.5 μ Siemens/cm siendo el valor guía de 750 μ Siemens/cm, así como, los valores de Cloruros varían entre 399.37 y 406.72 mg/L siendo el valor guía de 100 mg/L.

Los valores de Arsénico varían entre 0.8246 y 1.081 mg/L siendo el valor guía para el presente uso es de 0.1 mg/L; por lo que el valor sugerido se encuentra más de 10 veces en el agua.

El ingreso de aguas termales al sistema aporta elementos como Boro el cual varía en las aguas superficiales del lago entre 2.58 y 9.23 mg/L, siendo el valor guía de 2 mg/L, por lo que si dichas aguas se utilizan para riego la posibilidad de envenenar los cultivos es alta, dependiendo de la sensibilidad de las especies.

Agua para actividades recreativas sin restricción

Todos los sitios evaluados en el lago cumplen con las guías de calidad de agua para actividades recreativas e excepción de la zona del Desagüe del lago al Río Jiboa debido a la presencia de Aceites y Grasas. Dicha problemática puede ser producida por derrames realizados por las lanchas.

Agua para protección de vida acuática

El agua del Lago de Ilopango presenta limitaciones para el desarrollo de vida acuática debido que ningún sitio cumple con las características necesarias de calidad de agua, debido a los valores por encima de las guías sugeridas para Sólidos disueltos totales, Cianuros y Arsénico

Los valores de Arsénico varían entre 0.8246 y 1.081 mg/ siendo el valor guía para el presente uso es de 0.05 mg/L; por lo que el valor sugerido se encuentra más de 21 veces su valor en el agua; se sabe que este elemento presenta bio-concentración en los organismos acuáticos sobre todo en algas e invertebrados inferiores.

Los valores de Cianuros varían entre 0.01 y 0.018 mg/L siendo el valor guía 0.005 mg/L , por lo que el valor sugerido se encuentra más de 3 veces su valor en el agua; se sabe que los Cianuros son tóxicos, por lo que pueden afectar el desarrollo de las especies acuáticas de la zona.

Resumen 2014 -2015

A continuación se presenta las aptitudes de uso de los sitios evaluados para los diversos usos del agua en el Lago de Ilopango para los años 2014 y 2015.

Tabla No. 6 Aptitud de uso de los sitios evaluados en el Lago de Ilopango.

USO EVALUADO	AGUA PARA POTABILIZAR		AGUA PARA RIEGO		AGUA PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS		AGUA PARA VIDA ACUATICA	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
01SANAG	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple
02CORRAL	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple
03APULO	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple
04CHAGU	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple
05CERROS	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple
06TEPEZ	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	Cumple	No cumple	No cumple
07DESAG	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
08TEXA	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple

Se puede observar que la calidad del agua del Lago de Ilopango no cumple con las características necesarias para ser utilizada como agua cruda para potabilizar, agua para riego sin restricciones y agua para desarrollo de vida acuática, debido a las características fisicoquímicas del agua, las cuales son típicas de origen volcánico.

La calidad de agua fisicoquímica del Lago de Ilopango cumple con la aptitud de uso para actividades recreativas sin restricciones como se muestra en la Tabla No. 6, las veces que no cumple son por condiciones sanitarias desfavorables para dicho uso y/o problemas de derrame de aceites de las lanchas que navegan en el lago.

IV. CONCLUSIONES

- La calidad de agua del Lago de Ilopango no es adecuada para agua cruda para potabilizar por métodos convencionales, debido a la presencia de valores por encima de los valores guías para Sólidos disueltos, Fosforo total, Fosfatos, Boro, Fenoles, Níquel y Arsénico.
- La calidad de agua del Lago de Ilopango no es adecuada para riego sin restricciones, debido a los valores por encima de los valores sugeridos en las guías para pH, Conductividad, Nitratos, Cloruros, Arsénico y Boro.
- A excepción del sitio ubicado en el Desagüe al Río Jiboa, todos los sitios cumplen con las características de calidad del agua para actividades recreativas sin restricciones. El desagüe del lago no cumple debido a valores por encima de los valores guías para Aceites y Grasas.
- La calidad de agua del Lago de Ilopango no es adecuada para el desarrollo de vida acuática, debido a los valores por encima de las guías sugeridas para Sólidos disueltos totales, Cianuros, y Arsénico.