



MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS  
NATURALES

**EVALUACIÓN DE ELEMENTOS TÓXICOS EN EL  
LAGO DE GÜIJA Y SUS  
AFLUENTES RÍOS ANGUE, OSTÚA Y CUSMAPA  
(MAYO 2012 – FEBRERO 2021)**

**San Salvador, Julio 2021**

## **INDICE**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>II.</b>	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>5</b>
<b>IV.</b>	<b>CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE COMPUESTOS TOXICOS</b>	<b>20</b>
<b>V.</b>	<b>HALLAZGOS</b>	<b>21</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Lago de Güija es compartida por Guatemala y El Salvador, motivo por el cual la calidad de agua de su cuenca está fuertemente influenciada por las actividades antropogénicas que se desarrollan en la porción de cuenca hidrográfica que corresponde a cada país. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador, a través del Observatorio Ambiental (DGOA) desarrolla el monitoreo del Lago de Güija, sus ríos afluentes y río efluente, con el propósito de evaluar la presencia de elementos tóxicos dentro del sistema y su posible ingreso al Río Lempa.

La zona es de gran importancia desde el punto de vista ambiental, debido a que el Lago de Güija está clasificado como sitio Ramsar<sup>1</sup>, dicho humedal da soporte a actividades productivas y de recreación en la zona y aporta recursos hídricos superficiales al Río Lempa el cual abastece la Planta Potabilizadora de las Pavas que abastece de agua potable del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS).



**Mapa No. 1 Lago de Güija**

---

<sup>1</sup> La Convención Ramsar, fue firmada en la ciudad de Ramsar el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Su principal objetivo es: la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.  
[http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1\\_4000\\_2\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_2__)

## Objetivo General

- Establecer una línea base de información de los niveles de elementos tóxicos en el Lago de Guija y sus ríos afluentes y efluente.

## II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El muestreo de calidad de agua se desarrolla en sitios ubicados en el espejo de agua de lago y en las desembocaduras de los ríos tributarios Angue, Ostúa y Cusmapa al Lago de Guija y el río efluente del lago al Río Desagüe.

### 2.1 Puntos de muestreo

Los sitios de muestreo en el espejo de agua del Lago de Güija se ubicaron con la finalidad de evaluar los niveles de contaminantes tóxicos que los ríos Angue, Cusmapa y Ostúa aportan al sistema.

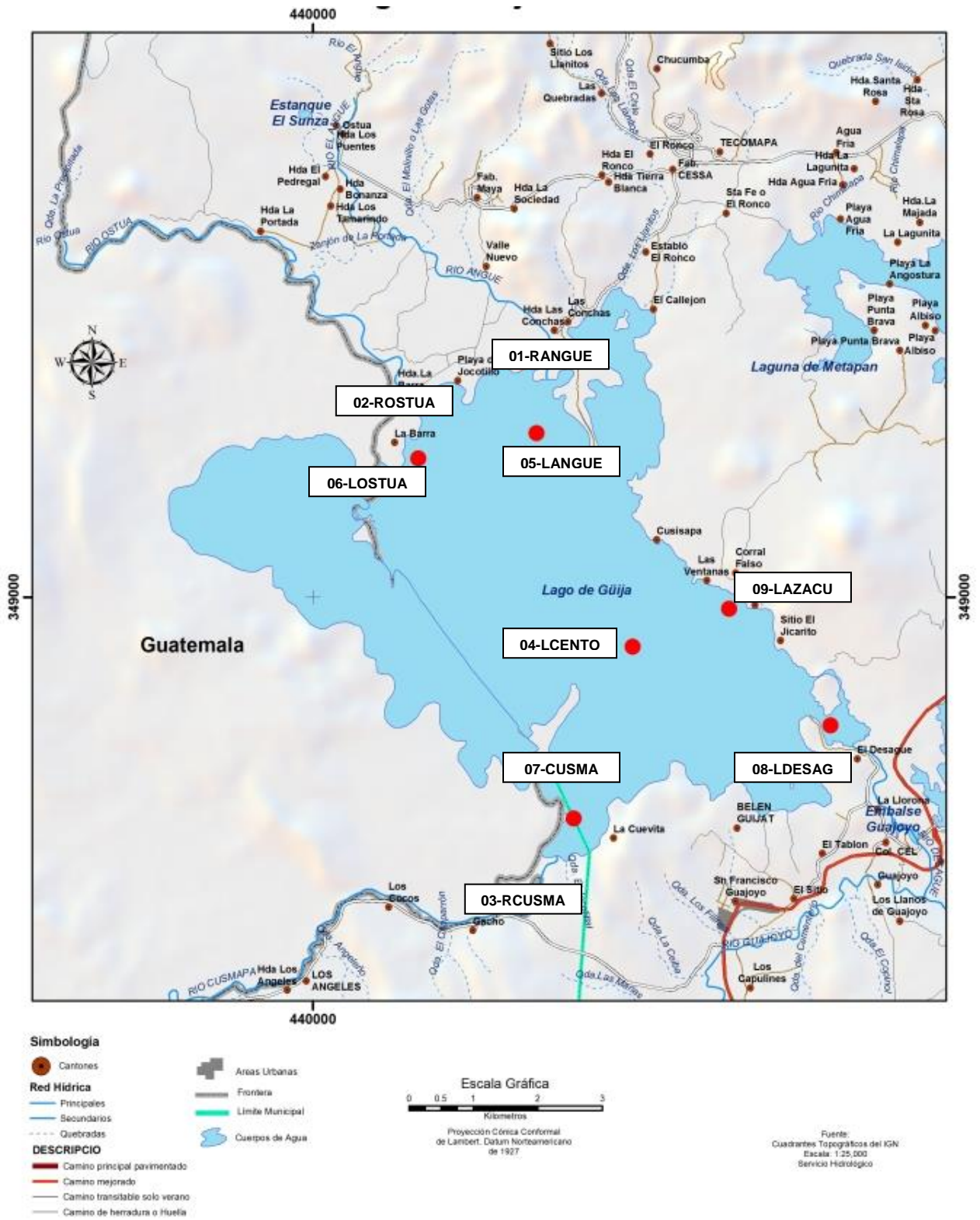
Adicionalmente se ubicaron sitios de control en la zona turística de Azacualpa, el centro del lago en el sitio Pitajayo como punto de mezcla del lago y la zona del Desagüe que alimenta al río del mismo nombre; así como, el Río Desagüe a través del cual el lago drena hacia el Río Guajoyo y este posteriormente al Río Lempa.

En la Tabla No. 1 se presenta el detalle de los sitios de muestreo en el Lago de Güija, ríos afluentes y río efluente.

**Tabla No. 1 Sitios de muestreo en el sistema del Lago de Guija**

No.	SITIO DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS Norte	COORDENADAS Este
1	01-RANGUE	Desembocadura del Río Angue	14.291840	-89.524670
2	02-ROSTÚA	Desembocadura del Río Ostúa	14.290700	-89.538083
3	03-RCUSMA	Desembocadura del Río Cusmapa	14.226990	-89.521980
4	04-LCENTO	Centro del Lago de Güija	14.256634	-89.510000
5	05-LANGUE	Sitio en el Lago cercano a la desembocadura del Río Angue	14.286517	-89.523900
6	06-LOSTÚA	Sitio en el Lago cercano a la desembocadura del Río Ostúa	14.282951	-89.540900
7	07-LCUSMA	Sitio en el Lago cercano a la desembocadura del Río Cusmapa	14.232550	-89.518450
8	08-LDESAG	Sitio en el Lago cercano a la descarga del Lago al Río Desagüe	14.245684	-89.481551
9	09-LAZACU	Sitio en el Lago cercano al sitio turístico Azacualpa	14.262003	-89.496133
10	10-DESAG	Bocatoma Guayoyo, en las instalaciones CEL	14.243250	-89.483151

A continuación se muestra el mapa con los sitios evaluados.



Mapa No. 2 Red de sitios de toma de muestra en el Lago de Güija

## **2.2 Equipos de campo utilizados**

A continuación se detallan los equipos y materiales utilizados en las actividades de muestreo de calidad de agua:

1. Sonda Multiparámetros de calidad de agua.
2. Botella de profundidad, tipo Kemmerer.
3. Termómetro de campo
4. Reactivos de preservación de muestras.
5. Envases adecuados para preservación y transporte de muestras y evaluación posterior en laboratorio.
6. Hieleras
7. Cadena de custodia, viñetas, bitácora, etc.

## **2.3 Medición de parámetros y recolección de muestras**

En cada uno de los sitios seleccionados se midieron parámetros de calidad de agua “in situ” y se recolectaron, preservaron y trasladaron muestras de aguas y sedimentos al Laboratorio de Calidad de Agua del MARN y otro laboratorio privado para realización de los análisis de calidad de agua.

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.

## **2.4 Normativa aplicada**

Para la evaluación de los elementos tóxicos en muestras de aguas y sedimentos recolectados en los sitios de muestreo, se utilizó como parámetro de comparación los valores establecidos en las Guías Canadienses de Protección para la vida acuática del año 1999<sup>2</sup>.

## **III. RESULTADOS OBTENIDOS**

### **3.1 Análisis de elementos tóxicos en muestras de agua del Lago de Güija y ríos tributarios.**

Adicionalmente a la valoración de parámetros de calidad general de agua, se determinaron elementos tóxicos como: Cianuro, Cobre, Cinc, Plomo, Aluminio, Cadmio, Níquel, Arsénico y Mercurio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los análisis de elementos tóxicos en agua y sedimentos de fondo:

---

<sup>2</sup> Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life)

**TABLA No. 2 - Resultados del análisis de elementos tóxicos en agua en los ríos afluentes Lago de Güija (Angue, Cusmapa y Ostúa) y Río Desagüe efluente del lago.**

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		0.005	0.004	0.03	0.007	0.1	0.000017	0.025	0.005	0.0001
RÍO ANGUE	15/05/2012	ND	0.115	ND	0.0005	0.5893	ND	ND	0.0105	0.0012
	07/06/2012	0.002	0.04	0.04	0.003	1.7525	ND	ND	NR	NR
	09/08/2012	ND	ND	0.01	0.002	0.0135	ND	ND	0.0041	ND
	30/08/2012	0.014	ND	0.021	0.01498	0.5	ND	0.01	0.0079	0.0028
	27/09/2012	0.01	ND	ND	ND	0.032	ND	ND	0.0125	0.0014
	25/10/2012	0.013	ND	0.092	0.00612	1.595	ND	ND	ND	ND
	13/12/2012	ND	ND	ND	ND	0.556	ND	ND	0.011	ND
	28/02/2013	0.01	ND	ND	0.0008	0.78	ND	0.04	0.01	NR
	07/06/2013	0.006	ND	ND	ND	0.615	ND	ND	0.01355	ND
	05/09/2013	0.003	ND	ND	ND	1.18	ND	ND	0.00595	ND
	27/11/2013	ND	0.098	ND	0.01323	0.175	ND	ND	0.1136	0.0016
	26/06/2014	ND	ND	ND	0.00286	1.01	ND	ND	0.00296	ND
	30/10/2014	0.003	ND	0.056	0.00621	6.2398	ND	0.093	0.00768	ND
	11/06/2015	ND	ND	ND	ND	0.855	ND	ND	ND	NR
	06/10/2015	0.008	ND	0.03	0.00278	3.9	ND	ND	0.00183	NR
	10/03/2016	0.007	ND	ND	ND	0.0508	ND	ND	0.00648	NR
	09/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	NR	NR	NR
24/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR	
04/03/2021	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NR	ND	ND	
RÍO CUSMAPA	06/06/2012	0.013	0.025	0.04	ND	1.4988	ND	0.00067	NR	NR
	07/08/2012	ND	ND	ND	0.0004	0.0024	ND	ND	NR	NR

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		0.005	0.004	0.03	0.007	0.1	0.000017	0.025	0.005	0.0001
	27/09/2012	ND	ND	ND	0.00039	0.0023	ND	ND	NR	NR
	01/03/2013	0.02	ND	ND	0.00038	0.63	ND	0.06	0.01	NR
	06/06/2013	ND	ND	ND	0.00097	0.3305	ND	ND	0.00238	ND
	05/09/2013	0.012	ND	ND	ND	0.199	ND	ND	0.00411	ND
	28/11/2013	ND	0.104	ND	0.02248	0.088	ND	ND	0.02525	0.0015
	02/07/2014	0.003	ND	ND	ND	0.16524	ND	0.158	0.000564	ND
	30/10/2014	0.002	ND	0.021	0.00033	0.19014	ND	0.044	0.00215	ND
	12/06/2015	ND	ND	ND	ND	3.1243	ND	ND	ND	NR
	07/10/2015	0.003	ND	ND	ND	0.615	0.0023	ND	ND	NR
	07/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	0.076	NR	NR
RÍO OSTÚA	15/05/2012	ND	0.085	ND	ND	0.895	ND	ND	0.0087	ND
	07/06/2012	0.007	0.21	0.04	0.001	1.6875	ND	ND	NR	NR
	09/08/2012	ND	ND	ND	0.0003	0.013	ND	ND	0.0041	ND
	30/08/2012	0.011	ND	ND	0.00301	0.469	ND	0.013	0.0065	0.0036
	27/09/2012	ND	ND	ND	0.00091	0.045	ND	ND	0.0094	0.0007
	25/10/2012	0.104	ND	0.077	0.00169	1.015	ND	ND	ND	ND
	13/12/2012	ND	ND	ND	ND	0.294	ND	ND	0.0099	ND
	28/02/2013	0.01	ND	ND	0.00032	0.81	ND	0.04	0.01	NR
	06/06/2013	ND	ND	ND	0.00282	1.74	ND	ND	0.00992	ND
	05/09/2013	0.019	ND	ND	0.00121	2.87	ND	ND	0.01145	ND
	27/11/2013	ND	0.095	ND	0.01258	0.674	ND	ND	0.14015	0.001
	26/06/2014	0.002	ND	0.018	0.00437	2.01	ND	ND	0.00315	ND
30/10/2014	0.002	ND	0.049	0.00515	3.5984	ND	0.035	0.00783	ND	



SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		0.005	0.004	0.03	0.007	0.1	0.000017	0.025	0.005	0.0001
	11/06/2015	0.137	ND	ND	0.001923	6.075	ND	ND	ND	NR
	16/10/2015	0.008	ND	0.04	0.00301	7.575	ND	ND	0.001757	NR
	10/03/2016	0.007	ND	ND	0.00227	0.975	ND	ND	0.00674	NR
	07/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	24/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
	04/03/2021	0.004	ND	0.006	ND	ND	ND		ND	ND
BOCATOMA GUAJOYO	03/12/2013	ND	ND	ND	ND	0.04	ND	ND	0.00222	ND
	24/06/2014	ND	ND	ND	0.0793	6.82	ND	ND	0.00519	ND
	16/10/2014	0.003	ND	0.011	ND	9.4674	ND	0.105	0.0042	ND
	26/06/2015	0.073	ND	ND	ND	0.247	ND	ND	ND	NR
	15/10/2015	0.012	ND	ND	ND	0.360	ND	0.196	0.00532	NR
	10/03/2016	0.006	ND	0.042	ND	0.317	ND	ND	0.00223	NR
	09/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	01/09/2016	ND	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
02/03/2021	0.006	ND	0.008	ND	ND	ND	NR	ND	ND	

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental. 2016

ND No detectable, NR No realizado

Límite de detección: Plomo 0.000214 mg/L, Cadmio 0.000196 mg/L, Aluminio 0.00085 mg/L, Níquel 0.000468 mg/L, Cobre 0.004 mg/L, Cinc 0.005 mg/L, Arsénico 0.005 mg/L, Mercurio 0.0001 mg/L, Cianuros 0.01 mg/L. En color amarillo valores que superan el límite establecido por la norma de comparación

**TABLA No. 3 - Resultado del análisis de elementos tóxicos en agua en los sitios de muestreo del Lago de Güija.**

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		<b>0.005</b>	<b>0.004</b>	<b>0.03</b>	<b>0.007</b>	<b>0.1</b>	<b>0.000017</b>	<b>0.025</b>	<b>0.005</b>	<b>0.0001</b>
ANGUE	08/06/2012	ND	ND	ND	ND	1.85	ND	ND	NR	NR
	07/08/2012	ND	ND	0.02	0.001	0.0221	ND	0.00118	NR	NR
	27/09/2012	ND	ND	ND	0.00072	0.0049	ND	0.00214	NR	NR
	28/02/2013	0.02	ND	ND	0.00038	0.51	ND	0.04	0.01	ND
	26/11/2013	0.004	0.314	0.017	0.1361	0.0957	ND	ND	0.0812	0.0012
	19/06/2014	ND	ND	ND	ND	0.187	ND	ND	0.0052	ND
	09/10/2014	ND	ND	0.021	ND	8.3187	ND	0.095	0.00463	NR
	19/06/2015	ND	ND	ND	ND	0.302	ND	0.222	ND	NR
	06/10/2015	0.027	ND	ND	0.00031	0.1343	ND	ND	0.00233	NR
	08/03/2016	0.016	ND	ND	ND	0.309	ND	ND	0.00268	NR
	14/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	0.00479	NR
	31/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
25/02/2021	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NR	ND	ND	
AZACUALPA	08/06/2012	0.001	ND	0.03	ND	1.0875	ND	ND	NR	NR
	08/08/2012	ND	ND	ND	ND	0.0023	ND	ND	NR	NR
	25/09/2012	ND	ND	ND	0.00055	0.0057	ND	ND	NR	NR
	01/03/2013	0.02	ND	ND	0.00024	0.33	ND	0.055	0.01	0.0008
	26/11/2013	ND	0.359	0.077	0.0462	0.159	ND	ND	0.08158	ND
	20/06/2014	ND	ND	ND	ND	0.0829	ND	ND	0.0049	0.0006
	10/10/2014	ND	ND	0.016	ND	0.1325	ND	0.124	0.004	ND
	18/06/2015	0.038	ND	ND	ND	0.133	ND	ND	ND	NR
07/10/2015	0.003	ND	ND	ND	0.2013	ND	ND	0.002476	NR	

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		0.005	0.004	0.03	0.007	0.1	0.000017	0.025	0.005	0.0001
	09/03/2016	0.005	ND	ND	ND	1.375	ND	ND	0.00225	NR
	14/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	0.00399	NR
	31/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
	25/02/2021	0.003	ND	0.007	ND	ND	ND	NR	ND	ND
CENTRO	08/06/2012	0.001	ND	ND	ND	1.36	ND	ND	NR	NR
	07/08/2012	ND	ND	0.01	ND	0.0106	ND	ND	NR	NR
	27/09/2012	ND	ND	0.00617	ND	0.0043	ND	ND	NR	NR
	28/02/2013	0.01	ND	ND	ND	0.65	0.00035	0.04	0.01	ND
	26/11/2013	ND	0.285	0.024	0.2307	0.0992	ND	ND	0.0846	0.007
	20/06/2014	ND	ND	ND	ND	0.107	ND	ND	0.005	0.0004
	10/10/2014	ND	ND	0.016	ND	0.1793	ND	0.126	0.00456	ND
	19/06/2015	0.083	ND	ND	ND	0.459	ND	0.21	ND	NR
	06/10/2015	0.007	ND	ND	ND	0.062	ND	ND	0.00228	NR
	08/03/2016	0.011	ND	ND	ND	0.268	ND	ND	0.00238	NR
	14/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	0.00415	NR
	31/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
26/02/2021	0.005	ND	0.007	ND	ND	ND	NR	ND	ND	
CUSMAPA	06/06/2012	0.008	0.03	0.02	ND	1.725	ND	0.00134	NR	NR
	07/08/2012	ND	ND	ND	ND	0.0016	ND	ND	NR	NR
	28/09/2012	ND	ND	ND	0.00152	0.003	ND	ND	NR	NR
	01/03/2013	0.04	ND	ND	0.00058	0.67	ND	0.05	ND	0.001
	26/11/2013	ND	0.171	ND	0.09585	0.255	ND	ND	0.08433	0.0012
	19/06/2014	ND	ND	ND	ND	0.163	ND	ND	0.0052	ND

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		0.005	0.004	0.03	0.007	0.1	0.000017	0.025	0.005	0.0001
	09/10/2014	ND	ND	0.02	ND	0.1916	ND	0.112	0.00479	ND
	18/06/2015	0.003	ND	ND	ND	0.2107	ND	ND	ND	NR
	07/10/2015	ND	ND	ND	ND	0.295	ND	ND	0.002156	NR
	09/03/2016	0.009	ND	ND	ND	0.685	ND	ND	0.00189	NR
	14/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	0.004354	NR
	31/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
	26/02/2021	0.005	ND	0.013	ND	ND	ND	NR	ND	ND
DESAGÔE	06/06/2012	0.001	ND	0.05	ND	0.5763	0.00042	0.00089	NR	NR
	08/08/2012	ND	ND	ND	ND	0.0032	ND	ND	NR	NR
	28/09/2012	ND	ND	ND	ND	0.0028	ND	ND	NR	NR
	01/03/2013	0.02	ND	ND	ND	0.26	ND	0.05	ND	ND
	26/11/2013	ND	0.386	0.061	0.3085	0.151	ND	ND	0.09023	ND
	20/06/2014	0.004	ND	ND	ND	0.0876	ND	ND	0.0049	0.0008
	10/10/2014	ND	ND	0.015	ND	0.1371	ND	0.13	0.00474	ND
	18/06/2015	ND	ND	ND	ND	0.2925	ND	ND	ND	NR
	07/10/2015	0.025	ND	ND	ND	0.0325	ND	ND	0.002455	NR
	09/03/2016	0.008	ND	ND	ND	0.685	ND	ND	0.00234	NR
	14/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	0.00416	NR
	31/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
	25/02/2021	0.003	ND	0.007	ND	ND	ND	NR	ND	ND
OSTÚA	08/06/2012	0.005	ND	ND	0.0004	1.4413	ND	0.00074	NR	NR
	07/08/2012	ND	ND	ND	0.0006	0.0108	ND	ND	NR	NR
	27/09/2012	ND	ND	ND	0.00064	0.00166	ND	ND	NR	NR

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Cianuros	Cobre	Cinc	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Arsénico	Mercurio
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Guías de Protección de Vida Acuática		0.005	0.004	0.03	0.007	0.1	0.000017	0.025	0.005	0.0001
	28/02/2013	0.02	ND	ND	0.00027	0.79	ND	0.03	0.01	0.0042
	26/11/2013	ND	0.291	0.031	0.23213	0.11	ND	ND	0.08875	0.0018
	19/06/2014	0.009	ND	ND	ND	1.05	ND	ND	0.0049	0.0006
	09/10/2014	0.005	ND	0.022	ND	2.9764	ND	0.092	0.00467	ND
	19/06/2015	0.028	ND	ND	ND	0.377	ND	ND	ND	NR
	06/10/2015	0.016	ND	ND	0.00579	0.089	ND	ND	0.00242	NR
	08/03/2016	0.007	ND	ND	ND	0.725	ND	ND	0.00258	NR
	14/06/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	0.00443	NR
	31/08/2016	ND	ND	ND	NR	NR	NR	ND	NR	NR
	25/02/2021	0.006	ND	0.007	ND	ND	ND	NR	ND	ND

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental. 2016

ND No detectable, NR No realizado

Límite de detección: Plomo 0.000214 mg/L, Cadmio 0.000196 mg/L, Aluminio 0.00085 mg/L, Níquel 0.000468 mg/L, Cobre 0.004 mg/L, Cinc 0.005 mg/L, Cianuros 0.01 mg/L

En color amarillo valores que superan el límite establecido por la norma de comparación

**TABLA No. 4 - Análisis de compuestos tóxicos en sedimento de fondo en los ríos tributarios al Lago de Güija (Angue – Cusmapa – Ostúa) y Río Desagüe efluente del lago.**

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
RÍO ANGUE	15/05/2012	83.42	0.2	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	07/06/2012	NR	NR	1.2	169.87	ND	0.004846	NR	NR	ND

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	09/08/2012	85.83	ND	4.49	34.51	ND	0.012	0.02307	0.34085	ND
	30/08/2012	95.09	ND	0.18729	110.62	ND	0.69825	ND	0.22936	ND
	27/09/2012	48.99	0.23	1.2	83.9228	ND	0.028	ND	1.93155	ND
	25/10/2012	96.23	ND	0.17465	1263.88	ND	0.71019	ND	0.17602	ND
	13/12/2012	104.9	ND	0.7621	96.3	ND	0.1245	ND	0.1634	ND
	07/06/2013	7.93378	ND	18.78425	6849.315	0.21177	ND	0.16	1.01	ND
	05/09/2013	7.2025	ND	10.1416	513.333	0.0641	ND	1.666	0.617	ND
	27/11/2013	8.65419	ND	8.61233	864.5374	0.00408	0.048	21.476	0.42733	ND
	25/06/2014	9.67255	ND	18.8539	74.3073	0.13999	ND	6.3	0.036	ND
	30/09/2014	12.94545	ND	0.3915	95.4173	0.01591	0.239	9.636	1	ND
	11/06/2015	5.2255	NR	0.4515	165.245	0.00743	ND	ND	1.046	ND
	06/10/2015	6.10412	NR	0.05321	48.85	0.1368	0.26	0.115	1.15	0.17
	10/03/2016	0.0091	NR	0.01734	45.07	ND	0.292	3.18	0.952	0.01
	09/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.211	ND	0.76	NR
	24/08/16	NR	NR	NR	NR	NR	0.200	ND	0.553	ND
04/03/2021	7.76336	0.2730	19.261	NR	ND	NR	NR	61.62	7.08	
RÍO CUSMAPA	06/06/2012	NR	NR	ND	105.39	ND	0.006049	NR	NR	ND
	07/08/2012	NR	NR	0.002	37.12	ND	0.00497	0.01138	0.03588	ND
	27/09/2012	NR	NR	0.08805	68.51	ND	0.01144	0.05222	0.74995	ND
	06/06/2013	8.60417	ND	3.84438	13385.416	0.07214	ND	0.286	0.448	ND
	05/09/2013	6.7336	ND	4.866	354.575	0.0515	ND	1.96	0.285	ND
	28/11/2013	5.51411	ND	8.20464	1381.0483	0.00121	0.076	24.798	0.32359	ND

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	01/07/2014	2.49149	ND	16.08	159.46351	0.07498	ND	13.487	0.045	ND
	30/09/2014	4.70229	ND	0.02541	162.3591	0.00267	0.104	2.004	0.284	ND
	12/06/2015	6.5716	NR	0.23947	198.651	0.00475	ND	ND	0.379	ND
	07/10/2015	5.1523	NR	0.01733	62.5	0.4302	0.347	0.052	0.38	0.21
	07/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.186	ND	0.227	0.03
	24/08/16	NR	NR	NR	NR	NR	0.221	ND	0.271	ND
RÍO OSTÚA	15/05/2012	78.17	0.19	NR	NR	NR	NR	NR	NR	ND
	07/06/2012	NR	NR	0.806	172.78	ND	0.005261	NR	NR	ND
	09/08/2012	96.08	ND	5.01118	74.12	ND	0.01327	ND	0.10366	ND
	30/08/2012	111.17	ND	0.03092	78.79294	ND	0.16281	ND	ND	ND
	27/09/2012	66.62	0.15	0.14516	58.5377	ND	0.00562	ND	0.6571	ND
	25/10/2012	121.42	ND	0.05599	1140.41	ND	0.32397	ND	ND	ND
	13/12/2012	69.36	ND	0.2287	85.8	ND	0.2647	ND	ND	ND
	06/06/2013	7.86445	ND	4.375	9740.259	0.1181	ND	0.154	0.843	ND
	05/09/2013	14.8173	ND	11.3455	555.6478	0.0987	ND	3.239	0.379	ND
	27/11/2013	5.86039	ND	5.52029	933.4416	0.00373	0.042	25.244	0.21347	ND
	25/06/2014	7.19879	ND	35.39156	94.87952	0.03803	ND	5.35	0.025	ND
	30/09/2014	11.02022	ND	0.05342	84.1562	0.00377	0.233	8.088	0.567	ND
	11/06/2015	9.9395	NR	2.8286	247.478	0.08311	ND	ND	0.498	0.69
	06/10/2015	5.8956	NR	0.01765	59.5	0.1391	0.239	0.038	0.53	0.2
	10/03/2016	0.007	NR	0.01503	42.65	ND	0.257	2.45	0.09	0.01
07/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.203	ND	0.342	0.05	

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	24/10/16	NR	NR	NR	NR	NR	0.192	ND	0.395	ND
	04/03/2021	3.63887	0.32	2.75	NR	ND	NR	117.821	28.718	ND
BOCATOMA GUAJOYO	03/12/2013	2.96446	ND	0.05339	541.0539	ND	ND	20.098	0.022	16.04
	16/10/2014	3.5731	ND	0.0316	152.1681	0.00395	0.152	29.267	0.189	ND
	23/06/2015	25.6102	NR	0.62143	146.215	0.00437	ND	ND	0.999	0.49
	15/10/2015	4.2346	NR	0.059	178.963	0.0776	0.191	25.279	0.206	ND
	10/03/2016	0.0262	NR	0.01893	50.5	ND	0.676	8.15	0.332	0.01
	09/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.321	0.303	0.744	NR
	01/09/16	NR	NR	NR	NR	NR	0.259	ND	0.686	0.29

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental. 2016

ND No detectable, NR No realizado

Límite de detección: Arsénico 0.005 mg/Kg; Mercurio 0.0001 mg/Kg, Plomo 0.000214 mg/Kg, Cadmio 0.000196 mg/Kg, Cromo hexavalente 0.01 mg/Kg, Níquel 0.000468 mg Ni/Kg, Aluminio 0.00085 mg Al/Kg, Cobre 0.004 mg/Kg, Cinc 0.005 mg/Kg, Cromo 0.01 mg/Kg

Los metales Níquel y Aluminio se evaluaron, pero no tienen norma de comparación para protección de vida acuática.

En color amarillo valores que superan el límite establecido por la norma de comparación

**TABLA No. 5 - Resultados del análisis de elementos tóxicos en sedimentos de fondo en los sitios de muestreo del Lago de Güija.**

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
ANGUE	08/06/2012	NR	NR	1.057	209.56	ND	0.004883	NR	NR	ND
	07/08/2012	NR	NR	3.72276	109.39	ND	0.00594	0.01281	0.10824	ND



SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	27/09/2012	NR	NR	0.89381	62.0381	ND	0.01456	0.05056	1.27771	ND
	28/02/2013	19.015	0.03	34.875	45250	1.2215	0.467	0.567	2.512	8.53
	26/11/2013	2.903	ND	7.553	1250	0.01894	0.055	37.273	1.0401	ND
	19/06/2014	37.3359	ND	39.92187	185.8006	0.14179	0.046	24.3	0.098	ND
	09/10/2014	52.6715	ND	0.1805	112.1462	0.05676	0.33	24.188	0.904	ND
	19/06/2015	31.6998	NR	0.47652	209.51	0.00359	ND	ND	1.465	0.57
	06/10/2015	4.97201	NR	0.03733	53	0.3255	0.194	0.028	1.17	0.2
	08/03/2016	19.4013	NR	0.2401	142.75	ND	0.3	8.83	1.368	ND
	14/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.257	ND	0.548	ND
	31/08/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.276	ND	1.15	0.18
	25/02/2021	5.25098	0.2573	16.376	NR	ND	NR	47.61481	70.399	7.476
AZACUALPA	08/06/2012	NR	NR	ND	153.48	ND	0.002974	NR	NR	ND
	08/08/2012	NR	NR	0.00135	15.86	ND	0.00113	ND	0.01293	ND
	25/09/2012	NR	NR	0.10088	24.2005	ND	0.00106	0.03333	0.21854	ND
	01/03/2013	26.1008	0.02	27.544	38405.08	0.1642	1.1203	1.973	1.167	6.59
	26/11/2013	58.024	ND	66.008	1278.688	0.01014	0.07	42.541	1.9672	ND
	20/06/2014	2.662635	ND	19.23193	264.30722	0.1881	0.239	28.54	0.056	ND
	10/10/2014	2.7976	ND	0.02317	118.5826	0.09844	0.344	28.938	0.891	ND
	18/06/2015	5.6674	NR	0.55121	99.158	0.00614	ND	ND	1.142	13.1
	07/10/2015	26.6261	NR	0.04358	100	0.3065	0.448	0.342	1.15	0.56
	09/03/2016	0.02	NR	0.04137	89.25	NR	0.346	8.75	0.487	NR
14/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.249	0.267	0.744	0.01	

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	31/08/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.301	ND	0.465	0.15
CENTRO	08/06/2012	NR	NR	ND	149.74	ND	0.004316	NR	NR	ND
	07/08/2012	NR	NR	0.00172	18.28	ND	0.00166	ND	0.02299	ND
	27/09/2012	NR	NR	0.18033	15.7879	ND	0.00433	0.03441	0.65084	ND
	28/02/2013	24.0248	ND	33.2817	69272.44	0.689	0.1757	0.443	1.29	7.24
	20/06/2014	66.89349	ND	26.64201	244.82248	0.25126	0.164	27.88	0.062	ND
	10/10/2014	81.4652	ND	0.0431	134.3457	0.00687	0.342	25.366	0.917	ND
	19/06/2015	58.0851	NR	0.48174	173.423	0.00587	ND	ND	1.282	11.87
	06/10/2015	27.7338	NR	0.03837	96.5	0.0781	0.31	0.27	1.02	0.15
	08/03/2016	32.886	NR	0.3489	99.25	ND	0.29	9.7	0.586	ND
	14/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.33	0.267	0.837	0.02
31/08/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.254	ND	0.796	0.37	
CUSMAPA	06/06/2012	NR	NR	ND	196.1	ND	0.006831	NR	NR	ND
	07/08/2012	NR	NR	0.00056	23.54	ND	0.00258	ND	0.02035	ND
	28/09/2012	NR	NR	0.1177	29.1916	ND	0.00711	0.27796	0.65995	ND
	01/03/2013	14.6806	0.01	5.4291	31437.12	0.3649	0.3882	0.594	0.908	24.49
	26/11/2013	NR	ND	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	19/06/2014	52.75449	ND	10.11228	195.35928	0.10479	0.055	34.36	0.043	ND
	09/10/2014	40.7321	ND	0.00465	126.7712	0.00518	0.348	31.786	0.622	ND
	18/06/2015	2.7163	NR	0.74636	205.9128	0.00576	ND	ND	1.059	13.38
	07/10/2015	18.8265	NR	0.02072	87.5	0.4709	0.382	0.308	0.68	0.87
09/03/2016	0.00943	NR	0.03641	69.5	ND	0.264	6.88	0.246	ND	

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	14/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.219	0.294	0.495	0.05
	31/08/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.241	ND	0.393	0.15
DESAGÜE	06/06/2012	NR	NR	ND	162.62	ND	0.004486	NR	NR	ND
	08/08/2012	NR	NR	0.00347	34.5	ND	0.00235	ND	0.019876	ND
	28/09/2012	NR	NR	0.10698	36.489	ND	0.00498	ND	0.52331	ND
	01/03/2013	8.9202	0.02	8.356	38424.12	0.3117	0.1381	0.456	0.751	8.29
	26/11/2013	54.41803	ND	68.50819	920.4098	0.00869	0.085	51.967	0.69918	ND
	20/06/2014	5.17429	ND	112.35016	235.01577	0.25773	0.218	27.29	0.066	ND
	10/10/2014	16.9134	ND	0.0213	141.3981	0.00767	0.476	16.968	0.404	ND
	18/06/2015	2.7077	NR	0.18495	178.8462	0.00648	ND	ND	0.888	3
	07/10/2015	20.8843	NR	0.04953	96.62	0.3592	0.398	0.311	0.94	0.27
	09/03/2016	0.0363	NR	0.05324	103.25	ND	0.351	10.01	0.623	NR
	14/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.264	0.326	0.78	0.04
	31/08/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.233	ND	0.772	0.37
	25/02/2021	3.97511	0.281	2.938	NR	ND	NR	120.81	34.739	ND
OSTÚA	08/06/2012	NR	NR	0.9043	146.58	ND	0.007904	NR	NR	ND
	07/08/2012	NR	NR	3.65287	39.78	ND	0.00302	ND	0.02633	ND
	27/09/2012	NR	NR	0.13764	50.7684	ND	0.00685	0.06907	0.58712	ND
	28/02/2013	12.8877	ND	16.4811	45725.65	1.9061	0.7406	0.584	1.09	18.54
	26/11/2013	39.38301	ND	37.71635	1081.7307	0.00377	0.04	33.654	1.54487	ND
	19/06/2014	51.585	ND	30.63444	220.5438	0.15393	0.146	26.21	0.048	ND
	09/10/2014	71.0439	ND	0.0312	105.7986	0.00869	0.322	26.007	0.73	ND

SITIO DE MUESTREO	FECHA	Arsénico	Mercurio	Plomo	Aluminio	Cadmio	Níquel	Cobre	Cinc	Cromo Hexavalente
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Guías de Protección de Vida Acuática		5.9	0.17	35		0.6		35.7	123	37.3
	19/06/2015	53.7017	NR	0.77283	227.467	0.05312	ND	ND	1.16	0.13
	06/10/2015	8.0165	NR	0.03914	67	0.0921	0.215	0.068	1.18	0.2
	08/03/2016	20.7	NR	0.04785	80	ND	0.294	8.03	0.431	ND
	14/06/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.182	0.239	0.704	0.04
	31/08/2016	NR	NR	NR	NR	NR	0.189	ND	0.696	0.17
	25/02/2021	4.30704	0.2371	5.073	NR	ND	NR	3.63706	65.18	ND

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental. 2016

ND No detectable NR No realizado, NR No realizado

Límite de detección: Arsénico 0.005 mg/Kg, Mercurio 0.0001 mg/Kg, Plomo 0.000214 mg/Kg, Cadmio 0.000196 mg/Kg, Cromo hexavalente 0.01 mg/Kg, Níquel 0.000468 mg Ni/Kg, Aluminio 0.00085 mg Al/Kg, Cobre 0.004 mg/Kg, Cinc 0.005 mg/Kg, Cromo 0.01 mg/Kg . En color amarillo valores que superan el límite establecido por la norma de comparación

#### IV. CONSOLIDADO DE RESULTADOS DE COMPUESTOS TÓXICOS

Al evaluar los resultados de los análisis de elementos tóxicos realizados a las muestras de agua y sedimento del Lago de Güija, ríos tributarios (Angue, Ostúa y Cusmapa), río efluente del lago y compararlos con las Guías Canadienses de Protección de Vida Acuática, se detectó la presencia de algunos elementos tóxicos en concentraciones superiores al límite máximo permitido por las guías, según el detalle mostrado en la siguiente tabla.

**Tabla No. 6 Resultados del análisis de compuestos tóxicos en agua y sedimento del Lago de Güija, ríos afluentes y efluentes del lago.**

ÁREA DE MUESTREO	RÍO	AGUA	SEDIMENTO
RÍOS AFLUENTES AL LAGO DE GUIJA	RÍO ANGUE	Cadmio, Cianuro, Níquel, Cobre, Cinc, Plomo, Níquel, Aluminio, Arsénico y Mercurio	Cinc, Níquel, Cobre, Plomo, Aluminio, Arsénico y Mercurio
	RÍO OSTÚA	Cadmio, Cianuros, Cobre, Cinc, Níquel, Aluminio, Plomo, Mercurio y Arsénico	Cinc, Plomo, Aluminio, Arsénico y Mercurio
	RÍO CUSMAPA	Cadmio, Plomo, Mercurio, Níquel, Cianuros, Cobre, Cinc, Aluminio y Arsénico	Arsénico, Cinc, Plomo, Aluminio, Níquel, Cobre
RÍO EFLUENTE DEL LAGO DE GUIJA	RÍO GUAJOYO	Cianuros, Aluminio, Níquel, Cinc, Arsénico y Plomo	Arsénico, Plomo, Aluminio, Cobre, Cinc, Cromo hexavalente
LAGO DE GÜIJA		Plomo, Arsénico, Níquel, Mercurio, Cianuros, Cobre, Cinc, Aluminio y Cadmio	Níquel, Aluminio, Cinc, Cromo, Mercurio, Cadmio, Cobre, Plomo, Arsénico

NOTA: Elementos que no cumplen con las Guías de calidad de agua han sido marcados en color gris

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental. 2016

Se puede observar que los elementos tóxicos fuera de la norma para protección de vida acuática, que muestran una presencia en las aguas superficiales son Cianuros, Mercurio, Arsénico, Plomo, Cobre, Cinc, Níquel, Aluminio y Cadmio.

En los sedimentos de fondo de los evaluados, se encontró presencia de Arsénico, Plomo y Mercurio fuera de la norma en los sedimentos de fondo de los ríos que ingresan al Lago de Guija; así como, Cadmio, Cobre, Plomo y Arsénico en los sedimentos de fondo del Lago de Guija fuera de la norma para protección de vida acuática.

## V. HALLAZGOS

1. El Lago de Güija presenta fuera de norma para protección de vida acuática, los elementos **Cianuros, Cobre, Cinc, Níquel, Mercurio, Aluminio, Plomo, Arsénico y Cadmio** en sus aguas durante el período evaluado.
2. El Lago de Guija presenta fuera de norma, para protección de vida acuática, los elementos **Arsénico, Cobre, Plomo y Cadmio** en sus sedimentos de fondo del río para el muestreo de febrero del presente año.
3. El Río Ostúa traslada en sus aguas al Lago de Güija los elementos **Cianuros, Mercurio, Arsénico, Cobre, Cinc, Plomo, Níquel y Aluminio** fuera de norma para protección de vida acuática para el período evaluado; adicionalmente se muestra presencia en sus aguas de Plomo.
4. El Río Ostúa presenta fuera de norma, para protección de vida acuática, los elementos **Plomo, Arsénico y Mercurio** en sus sedimentos de fondo del río para el período evaluado.
5. El Río Angue traslada en sus aguas al Lago de Güija los elementos **Cianuros, Mercurio, Arsénico, Cobre, Cinc, Plomo, Níquel y Aluminio** fuera de norma, para protección de vida acuática, en el período evaluado.
6. El Río Angue presenta fuera de norma, para protección de vida acuática, los elementos **Arsénico y Mercurio** en sus sedimentos de fondo del río para el período evaluado.
7. El Río Cusmapa traslada en sus aguas al Lago de Güija los elementos **Cianuros, Mercurio, Arsénico, Cobre, Cinc, Plomo, Níquel y Aluminio** fuera de norma para protección de vida acuática para el período evaluado.
8. El Río Cusmapa presenta fuera de norma, para protección de vida acuática **Arsénico** en sus sedimentos de fondo del río para el período evaluado.
9. El Río Desague traslada en sus aguas al Río Guajoyo y posteriormente al Río Lempa el elemento **Aluminio, Arsénico, Cinc, Níquel, Plomo y Cianuros** fuera de norma para protección de vida acuática.