



# COMISION TRINACIONAL DEL PLAN TRIFINIO Secretaría Ejecutiva Trinacional.



Programa para la Promoción de la Administración del Agua como Bien Público Regional en la Cuenca Alta del Río Lempa.

Cooperación Técnica No. ATN/OC-9257-RG. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

## Plan de Monitoreo de Calidad de Agua de la Cuenca Alta del Río Lempa (CARL).



**MARN**  
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Ministerio de  
Medio Ambiente y  
Recursos Naturales



**SNET**  
Servicio Nacional de  
Estudios Territoriales



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



UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA  
"JOSÉ SIMEÓN CAÑAS"



Asec. de Municipios  
**TRIFINIO**



**CAYAGUANCA**  
CHALATENANGO  
El Salvador, C.A.



**MANCOMUNIDAD  
COPANCH'ORT'**



**Mancomunidad  
'Lago de Guija'**



MANCOMUNIDAD DE NOR-ORIENTE  
Guatemala, C.A.  
Zacapa  
El Progreso  
Chiquimula

AGOSTO DE 2008

# PLAN DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO LEMPA

## 1. ANTECEDENTES

El Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) a través del Servicio Hidrológico Nacional, desde el 2006, ha estado realizando muestreos y análisis de calidad de agua en diferentes sitios del Lago de Guija, y en el Río Lempa. Similares actividades han realizado otras instituciones de El Salvador: la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), La Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA) y el Ministerio de Agricultura (MAG).

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de Guatemala, desde el año 2007 ha intensificado actividades de monitoreo de calidad de agua en distintos puntos de la Cuenca Alta del Río Lempa (CARL), entre las áreas que INSIVUMEH ha estado muestreando durante el 2007 y 2008 se encuentran ríos y pozos del departamento de Jutiapa y Chiquimula. Las actividades de INSIVUMEH se han desarrollado con el apoyo de Proyectos de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio CTPT, así como de algunas Municipalidades y con recursos de la propia Institución.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Guatemala ha estado participando activamente en acciones de la región del Trifinio. A través de la oficina central ha participado activamente en el comité binacional del Lago de Guija, y a nivel de las representaciones departamentales se han tenido acciones de coordinación con la Comisión del Plan Trifinio y con las Mancomunidades de la región. A partir del mes de marzo del 2008 se concretizó el apoyo solicitando al MARN para desarrollar campañas de muestreo de calidad de agua, especialmente de metales pesados.

La empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras también ha realizado monitoreo de cantidad y calidad de agua en el área del Trifinio, especialmente en la micro cuenca del río Quilio.

Así mismo, la CTPT promueve varias iniciativas en proyectos que se están ejecutando y apoyando en distintas regiones y distintos momentos, algunas acciones de monitoreo de calidad del agua en la CARL. Con el proyecto Sincronización de Información a nivel nacional-local de recursos naturales –SINREM-, La FAUSAC en el municipio de Esquipulas ha realizado en el 2007 análisis de calidad en el río Atulapa y la UES en Shushula ha realizado Investigaciones sobre indicadores de calidad de Agua. A través del proyecto Manejo sostenible del Ambiente y Recursos Naturales de la OIEA en donde han participado el INSIVUMEH de Guatemala, el MAG, ANDA, CEL, UES y SNET de El Salvador, y ENEE, DEFOMIN/SERNA de Honduras, durante el 2006 y 2007 realizaron varios análisis, en su mayoría de pozos ubicados en la CARL. El proyecto "Hortalizas especiales en el Trifinio" del CATIE estará realizando conjuntamente con las mancomunidades los análisis de residuos de plaguicidas, y se prevé la contratación de un laboratorio privado para la realización de los análisis.

Y principalmente a través del Proyecto de Promoción de la Administración del Agua como bien público regional –ABPR-, se ha venido promovido la estructuración del Plan de Monitoreo del recurso hídrico para la CARL, con el propósito de tener un Instrumento que ordene el quehacer en cuanto a calidad de agua en la Cuenca. Este documento pretende

organizar y promover el trabajo coordinado entre las distintas instituciones de los países y entre los países. También pretende ser un medio para crear y fortalecer las alianzas estratégicas entre las Instituciones Nacionales responsables y los actores locales representados en las Mancomunidades para desarrollar monitoreo de la calidad de agua.

## **2. OBJETIVO DEL PLAN MONITOREO**

Orientar las acciones de Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales (manantiales, ríos, lago y lagunas) y subterráneas (pozos perforados y pozos excavados) en puntos estratégicos de la Cuenca Alta del Río Lempa, con la participación de las Instituciones Nacionales y Mancomunidades de la región vinculadas a la temática de recursos hídricos.

## **3. ENTIDADES PARTICIPANTES**

Se han identificados las siguientes entidades vinculadas para la participación de la ejecución del plan de Monitoreo:

INSTITUCIONES:

<b>No.</b>	<b>PAIS/INSTITUCIONES VINCULADAS</b>	<b>Dirección web</b>
	<b>El Salvador</b>	
1	Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET )	<a href="http://www.snet.gob.sv">www.snet.gob.sv</a>
2	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA )	<a href="http://www.anda.gob.sv">www.anda.gob.sv</a>
3	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL )	<a href="http://www.cel.gob.sv/">http://www.cel.gob.sv/</a>
4	Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” (UCA )	<a href="http://www.uca.edu.sv">www.uca.edu.sv</a>
5	Ministerio de Agricultura (MAG)	<a href="http://www.mag.gob.sv">www.mag.gob.sv</a>
	<b>Guatemala</b>	
6	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	<a href="http://www.marn.gob.gt">www.marn.gob.gt</a>
7	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)	<a href="http://www.insivumeh.gob.gt">www.insivumeh.gob.gt</a>
	<b>Honduras</b>	
8	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) – La Entrada, Copán	<a href="http://www.sanaa.hn">www.sanaa.hn</a>
9	Regional de la Secretaría de Salud (Ocotepeque)	<a href="http://www.salud.gob.hn/">http://www.salud.gob.hn/</a>

MANCOMUNIDADES DE MUNICIPIOS:

<b>No</b>	<b>PAIS/MANCOMUNIDADES DE MUNICIPIOS VINCULADAS</b>	<b>Municipios dentro de la CARL</b>	<b>Total</b>
	<b>El Salvador</b>		
1	Asociación de Municipios de Cayaguauca	San Ignacio, La Palma y Citalá.	3

No	PAIS/MANCOMUNIDADES DE MUNICIPIOS VINCULADAS	Municipios dentro de la CARL	Total
2	Mancomunidad Trifinio	Metapan, Candelaria de la Frontera, Masahuat, San Antonio Pajonal, Santa Rosa Guachupilín, Santiago de la Frontera y Texistepeque.	7
	<b>Guatemala</b>		
3	Mancomunidad Lago de Guija	Agua Blanca, Asunción Mita, El Progreso y Santa Catarina Mita.	4
4	Mancomunidad de Nororiente	Concepción Las Minas, Esquipulas y Quetzaltepeque.	3
5	Mancomunidad Copan Chortí	Olopa	1
	<b>Honduras</b>		
6	Asociación de Municipios del Valle de Sesecapa	Concepción, Dolores Merendon, Ocotepeque, Santa Fe y Sinuapa.	5
	<b>TOTAL</b>		<b>23</b>

#### 4. PARAMETROS A MONITOREAR

El listado de los posibles parámetros a monitorear se presenta en el siguiente cuadro. La selección de los parámetros dependerá de los objetivos específicos de cada muestreo.

##### a. Cationes Mayores

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Calcio	Ca <sup>2+</sup>	mg/L
Magnesio	Mg <sup>2+</sup>	mg/L
Potasio	K <sup>+</sup>	mg/L
Sodio	NA <sup>+</sup>	mg/L

##### b. Aniones Mayores

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Bicarbonatos	HCO <sup>-3</sup>	
Carbonatos	CO <sup>-3</sup>	
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/L
Sulfatos	SO <sup>-4</sup>	mg/L

##### c. Nutrientes

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Flúoruro	F <sup>-</sup>	mg/L
Fosfato	PO <sup>-4</sup>	mg/L
Hierro	Fe <sup>2+</sup>	mg/L
Manganeso	Mn <sup>2+</sup>	mg/L
Nitratos	NO <sup>-3</sup>	mg/L
Nitritos	NO <sup>-2</sup>	mg/L

**d. Metales Pesados**

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Aluminio	Al	mg/L
Arsénico	As	mg/L
Boro	B	mg/L
Cadmio	Cd	mg/L
Cianuro	CN-	mg/L
Cobre	Cu	mg/L
Cromo	Cr6+	mg/L
Mercurio	Hg	mg/L
Plomo	Pb	mg/L

**e. Plaguicidas**

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Carbonados		
Fosforados		
Organoclorados		

**f. Físicos-Químicos**

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Alcalinidad		
Color residual		mg/L
Color Verdadero		Mg/L (Pt-Co)
Conductividad		μSiemens/cm
DBO ÚLTIMA		
Demanda Biológica de Oxígeno	DBO	mg O2/L
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg O2/L
Dureza total	CaCO3	mg/L
Olor		
Oxígeno Disuelto		mg O2/L
PH	Ph	Unidades de pH
Sólidos fijos-vol.		mg/L
Sólidos Sedimentables		mg/L
Sólidos Totales Disueltos	STD	mg/L
Temperatura	T°	°C
Turbiedad		UNT

**g. Microbiológicos**

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida
Bac. Heterotrofe, mesaf.		
Coliformes fecales (T.T.)	CF	
Coliformes totales	CT	
E. Colí	E-Colí	

## 5. SITIOS DE MUESTREO

Como referencia, se han identificado un total de 18 sitios de muestreos. En varios de estos sitios las instituciones nacionales ya ha estado desarrollando acciones de monitoreo. En el siguiente cuadro se muestran los sitios y las instituciones vinculadas:

ID	NOMBRE	ANDA	CEL	SNET	MARN	UCA	INSIVUMEH
1	Rio Lempa (Tramo Citalá)	X		X			
2	Rio Lempa (Tramo Masahuat)			X	X		
3	Rio Desague (Salida del Lago)				X		
4	Rio Desague	X		X			
5	Rio Desague (Despues de la Presa)		X				
6	Rio Nunuapa	X					
7	Rio Tahuilapa	X					
8	Rio Zapuapa		X				
9	Rio Shushula		X				
10	Rio Ostua				X	X	X
11	Rio Angue				X	X	
12	Rio San Jose				X	X	
13	Rio Cusmapa			X			
14	Lago de Guija (Centro)			X	X		
15	Laguna de Metapan						
16	Rio Ostua Mina				X		
17	Rio Ostua Melonera				X		
18	Rio Ostua alto						

### Mapa de Localización Sitios de Muestreo:



## 6. PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

El muestreo básicamente consiste en obtener una muestra de agua representativa que posteriormente será analizada en laboratorio.

El muestreo se podrá realizar de forma "Puntual" o "Compuesta". En el muestreo puntual se toma la muestra en un determinado punto del cuerpo de agua, mientras que en el muestreo compuesto se obtiene de la mezcla de dos o más muestras que se toman en diferentes puntos, normalmente sobre la sección transversal del cauce en el caso de ríos y quebradas o a diferentes niveles de profundidad en el caso de lagos y lagunas. El muestreo compuesto se utilizará cuando se quiera conocer las características medias de un determinado cuerpo de agua.

Con el propósito de que las concentraciones y proporciones relativas de todos los componentes en la muestra se mantengan idénticas a los del cuerpo de agua, se deberán tener una serie de precauciones y condiciones de manejo de muestras que involucran aspectos tales como refrigeración, la adición de preservantes, la fijación de algunos parámetros en campo y las condiciones de transporte, siguiendo los estándares establecidos en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW)*.

Se recomienda que cuando se realicen los muestreos de aguas en movimiento, se realicen aforos (medición del caudal), esto porque en algunos casos los resultados analíticos serán

necesarios expresarlos en términos de “cargas”, principalmente en los análisis de metales pesados.

Otras consideraciones a tener en cuenta en el muestreo son:

- Antes de tomar una muestra, se deberá enjuagar por lo menos tres veces el recipiente con el agua de muestreo, a menos que este contenga algún agente preservante.
- Cada muestra deberá marcarse indicando en un formato preestablecido el nombre y número de muestra.
- Se deberá llevar un registro de cada muestra, en el que se especifique su identificación, número de muestra, el lugar, la fecha, la hora de toma y en caso de ser necesario incluir una descripción de aspectos relevantes encontrados en el sitio de muestreo, de tal forma que estos puedan vincularse a los resultados analíticos.
- Los parámetros cuyos valores cambian rápidamente con el tiempo (Temperatura, pH, etc), deben ser medidos directamente en el sitio de muestreo, utilizando para ello kits o equipos portátiles de análisis.
- Los demás parámetros deberán ser “preservados” en campo, para su posterior análisis en el laboratorio (DBO, DQO, pruebas bacteriológicas, nitratos, etc). El tiempo disponible para realizar los análisis de las muestras preservadas, dependerá del análisis y del tipo de preservación.
- Las mediciones en el sitio se deben hacer solamente con instrumentos calibrados. Periódicamente se deberán verificar la operación y calibración de todos los instrumentos de campo (pHmetros, oxímetros, conductímetros, etc) a fin de garantizar que estos estén en buenas condiciones de funcionamiento. Cada instrumento será calibrado siguiendo las directrices del fabricante o el manual de funcionamiento.

## 7. METODOLOGIA DE ANALISIS

Para el análisis de las muestras se utilizara la metodología estándar (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMWW –).

Para fines del análisis, es importante tener en cuenta la capacidad de análisis de los laboratorios de las instituciones vinculadas en donde se realizaran los muestreos a través de los límites de detección de cada parámetro analizado. A continuación se presentan los límites de detección de los laboratorios de las instituciones vinculadas a este plan.

### LIMITES DE DETECCION:

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida	Limite1	Limite2	METODO ANALISIS
<b>Cationes Mayores</b>					
Calcio	Ca <sup>2+</sup>	mg/L	5	*	Volumétrico
Magnesio	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	9.5	*	A.A./Volumetría
Potasio	K <sup>+</sup>	mg/L	2	*	A.A./Electrométrico
Sodio	Na <sup>+</sup>	mg/L	5	*	A.A./Electrométrico
<b>Aniones Mayores</b>					
Bicarbonatos	HCO <sup>-3</sup>		*	*	*
Carbonatos	CO <sup>2-3</sup>		-	*	Colorimétrico
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/L	2.5	*	Clorimetrico/volumetría
Sulfatos	SO <sup>2-4</sup>	mg/L	5.0	*	Turbidimetrico

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida	Limite1	Limite2	METODO ANALISIS
<b>Nutrientes</b>					
Flúoruro	F-	mg/L	0.10	*	Potenciometrico/colorimétrico
Fosfato	PO <sub>2</sub> -4	mg/L	0.010	*	Colorimétrico
Hierro	Fe <sup>2+</sup>	mg/L	0.005	*	Colorimétrico
Manganeso	Mn <sup>2+</sup>	mg/L	0.010	*	Colorimétrico
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/L	0.0	*	Potenciometrico/colorimétrico
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/L	0.01	*	Potenciometrico/colorimétrico
<b>Metales Pesados</b>					
Aluminio	Al	mg/L	*	*	AA/colorimétrico
Arsénico	As	mg/L	0.002	-	Generador hidruros
Boro	B	mg/L	-	*	Colorimétrico
Cadmio	Cd	mg/L	-	-	-
Cianuro	CN-	mg/L			
Cobre	Cu	mg/L	0.02	*	Colorimétrico /AA
Cromo	Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.03	*	Absorción atómica
Mercurio	Hg	mg/L	0.001	-	Generador hidruros
Plomo	Pb	mg/L	0.05	*	HGA.
<b>Plaguicidas</b>					
Carbonados			-	*	GC/MS
Fosforados			-	*	GC
Organoclorados			-	*	GC/MS
<b>Físico-Químicos</b>					
Alcalinidad			*	*	Volumétrico
Color residual		mg/L	*	0.1 mg/L	Colorimétrico
Color Verdadero		Mg/L (Pt-Co)	0.5	0 N Pt.Co.	Colorimétrico
Conductividad		μSiemens/cm	*	*	Electrométrico
DBO ÚLTIMA			-	*	Electrométrico
Demanda Biológica de Oxígeno	DBO	mg O <sub>2</sub> /L	*	0.0	Electrométrico
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg O <sub>2</sub> /L	10	*	Reflujo cerrado
Dureza total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	*	*	Titulometrico
Olor			Coalitativo	Cualitativo	Organoléptico/tabla
Oxígeno Disuelto		mg O <sub>2</sub> /L	*	*	Electrométrico
PH	pH	Unidades de pH	*	*	4500 HA/Electrométrico
Sólidos fijos-vol.		mg/L	-	*	Gravimétrico
Sólidos Sedimentables		mg/L	*	0.1	Cono inhaf
Sólidos Totales Disueltos	STD	mg/L	*	*	Gravimétrico/calculo
Temperatura	T°	°C	oC	oC	2550B st. M. 19a
Turbiedad		UNT	0	0	Nefelometrico
<b>Microbiológicos</b>					
Bac. Heterotrofe, mesaf.			-	*	Contro colonias.
Coliformes fecales (T.T.)	CF		<2	<2	NMP
Coliformes totales	CT		< 2	<2	NMP
E. Colí	E-Colí		*	<2	NMP
<b>Otros</b>					
Antimonio		mg/L	-	-	-
Bario		mg/L	-	-	-

PARAMETRO	Nomenclatura	Unidad de Medida	Limite1	Limite2	METODO ANALISIS
Cloro Residual					
Detergentes			*	*	Gravimétrico SAM
Fenoles			-	*	Colorimétrico
Ganuros			0.010	0.005	Potenciómetro/co
Grasas y aceites			5.0	*	Gravimétrico
Níquel		mg/L	0.05	*	A.A.
Nitrógeno total		mg/L	*	*	Kjeldkal
Selenio		mg/L	0.2	-	*
Sílice			0.10	*	Colorimétrico
Sulfuros		mg/L	-	*	Colorimétrico
Trihalometanos	THM		-	*	GC/MS
Zinc	Zn	mg/L	0.01	*	AA / clorimetrico

## 8. INTERPRETACION DE RESULTADOS

La interpretación de los resultados podrá tomar diferentes propósitos en función de los usos que se le dará a la información. Las interpretaciones de resultados que actualmente han realizado las instituciones vinculadas han estado orientadas a los siguientes aspectos:

- Para propósitos de potabilidad.
- Para la determinación de Índices de Calidad de Agua (ICA).
- Para propósitos de de evaluación de impacto ambiental.

En el caso de los análisis dirigidas a la potabilización del agua, se hace con base en los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, siendo indispensable ambos para poder definir el carácter potable de una determina fuente, mediante la comparación de los resultados obtenidos con los valores establecidos en la normativa vigente de cada país.

En el siguiente cuadro se muestran la normativa para agua potable establecida para los tres países de la región trifinio:

### **Normativas Nacionales para Aqua Potable:**

PARAMETRO	Nomenclatura	GUATEMALA		HONDURAS		EL SALVADOR	
		Limite 1	Limite 2	Limite 1	Limite 2	Limite 1	Limite 2
<b>Cationes Mayores</b>							
Calcio	Ca <sup>2+</sup>	75.000 mg/L	150.000 mg/L	100 mg/L			
Magnesio	Mg <sup>2+</sup>	50.000 mg/L	100.000 mg/L	30 mg/L	50 mg/L		
Potasio	K <sup>+</sup>				10 mg/L		
Sodio	NA <sup>+</sup>			25 mg/L	200 mg/L		200 mg/L
<b>Aniones Mayores</b>							
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	100.000 mg/L	250.000 mg/L	25 mg/L	250 mg/L		
Sulfatos	SO <sub>2</sub> -4	100.000 mg/L	250.000 mg/L	25 mg/L	250 mg/L		400 mg/L

PARAMETRO	Nomenclatura	GUATEMALA		HONDURAS		EL SALVADOR	
		Limite 1	Limite 2	Limite 1	Limite 2	Limite 1	Limite 2
<b>Nutrientes</b>							
Flúoruro	F-		1.700 mg/L		1.5 mg/L		1.0 mg/L
Hierro	Fe2+	0.100 mg/L	1.000 mg/L		0.3 mg/L		0.3 mg/L
Manganeso	Mn2+	0.050 mg/L	0.500 mg/L	0.01 mg/L	0.5 mg/L		0.1 mg/L
Nitratos	NO-3		10 mg/L	25 mg/L	50 mg/L		45 mg/L
Nitritos	NO-2		1 mg/L		1 mg/L		1 mg/L
<b>Metales Pesados</b>							
Aluminio	Al	0.050 mg/L	0.100 mg/L		0.2 mg/L		0.2 mg/L
Arsénico	As		0.010 mg/L		0.01 mg/L		0.01 mg/L
Boro	B		0.300 mg/L				0.3 mg/L
Cadmio	Cd		0.003 mg/L		0.003 mg/L		0.003 mg/L
Cianuro	CN-		0.070 mg/L		0.07 mg/L		0.05 mg/L
Cobre	Cu	0.050 mg/L	1.500 mg/L	1 mg/L	2 mg/L		1.3 mg/L
Cromo	Cr6+		0.050 mg/L		0.05 mg/L		0.05 mg/L
Mercurio	Hg		0.001 mg/L		0.001 mg/L		0.001 mg/L
Plomo	Pb		0.010 mg/L		0.01 mg/L		0.01 mg/L
<b>Físico-Químicos</b>							
Color Verdadero		5.0 u	35.0 u	1 Mg/L (Pt-Co)	15 Mg/L (Pt-Co)		15 mg/L
Conductividad			< 1 500 $\mu$ S/cm	400 $\mu$ S/cm			
Dureza total	CaCO3	100.000 mg/L	500.000 mg/L	400 mg/L			500 mg/L
Olor		No Rechazable	No Rechazable	0	2 a 12 °C, 3 a 25 °C		No Rechazable
PH	pH						8.5 Unidades
Sólidos Totales Disueltos	STD	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L		1000 mg/L		1000 mg/L
Temperatura	T°	15.0 - 25.0 °C	34.0 °C				
Turbiedad		5.0 UNT	15.0 UNT	1 UNT	5 UNT		5 UNT
<b>Otros</b>							
Antimonio					0.005 mg/L		0.006 mg/L
Bario			0.700 mg/L				0.70 mg/L
Grasas y aceites							Ausencia
Níquel					0.02 mg/L		0.02 mg/L

PARAMETRO	Nomenclatura	GUATEMALA		HONDURAS		EL SALVADOR	
		Limite 1	Limite 2	Limite 1	Limite 2	Limite 1	Limite 2
Selenio			0.010 mg/L		0.01 mg/L		0.01 mg/L
Sulfuros					0.05 mg/L		
Zinc	Zn	3.000 mg/L	70.000 mg/L		3 mg/L		5 mg/L

En el caso de los propósitos de determinación de Índices de Calidad de Agua (ICA), es necesario contar con la medición de nueve parámetros:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO3 en mg/L)
- Fosfatos (PO4 en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Para fines del Análisis de Calidad de Agua para evaluación de impacto ambiental, se utilizan los parámetros relacionados con actividades agroindustriales y de explotación de recursos naturales que pudieran estar causando daños ambientales a los cuerpos de agua, en este sentido, para este propósito se ha hecho énfasis en la medición de metales pesados y plaguicidas.

## **9. INTEGRACIÓN Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN GENERADA EN LA CARL**

Se espera que las distintas iniciativas de monitoreo de todas las instituciones que han participado en el diseño de este Plan y otras que venga a sumarse, puedan generar información para ser integrada e interpretada a nivel de la Cuenca Alta del río Lempa.

Así mismo, que las instituciones siguiendo sus políticas internas de divulgación puedan compartir la información con todas las instituciones participantes en la implementación de este Plan de Monitoreo. Para este propósito se está promoviendo crear un sistema de información que permita integrar y visualizar la información generada.

## **10. Equipo Técnico participante**

NOMBRE	INSTITUCION/ CARGO	TELEFONO	CORREO
ZULMA MENA	Investigadora SNET/MARN	22679557	zmena@marn.gob.sv
MARGARITA DE CISNEROS	DGSVA/MAG	22978401	arango_margarita@yahoo.com
ALVARO AMAYA	Investigadora SNET/MARN	22679561	aamaya@marn.gob.sv
WILLIAM HERNANDEZ	Analista INSIVUMEH	59972470	whernandezr@gmail.com
LUIS FIGUEROA	CEL	22116170	ifg902110@yahoo.com
CARLOS CAÑAS	MAGMA/UCA investigador	22106600	ccañas@ing.sica.edu.sv
JORGE MARIO ACEITUNO	SIA/MARN Guatemala	24230500	jmaceituno@marn.gob.gt
DOUGLAS ERNESTO GARCÍA	ANDA/jefe laboratorio	(503)22472533	laboratorio@anda.gob.sv
ALBERTO RODAS GUZMAN	ANDA sub gerente servicios	(503)22442618	arodas@anda.gob.sv
ROGER ALEXANDER BAUTISTA	ANDA sub gerente de Investigación	(503)22412123	investigacion@anda.gob.sv
RAFAEL RULIO FELIAN	DGFCR/MAG	22978768	ingeniero_rulio@yahoo.com
ERIC BARRIENTOS	MARN/Guatemala	(502)55163091	eric.rolando55@gmail.com
ABNER JIMENEZ	Especialista en R.H. - ABPR- CTPT	41111081	abnerjhn@yahoo.es
MARIO BUCH	Coordinador de Proyecto ABPR-CTPT	(502)79432280	mbuch@sica.int