

I. INTRODUCCION

Diversas actividades humanas producen degradación de la calidad en las aguas naturales, por ejemplo, las actividades agrícolas aportan al ambiente sustancias productos de la fertilización agrícola y residuos fitosanitarios provenientes de los plaguicidas; aguas de desecho de establecimientos ganaderos o agroindustriales, vertidos de origen humano como aguas de alcantarilla.

Para buscar soluciones a los problemas de contaminación de las aguas superficiales, el primer paso es conocer las características o la situación de los ríos, fuentes o cuerpos de agua, que se desea analizar; para lo anterior, es necesario recolectar información de su calidad y volumen, en una forma confiable, periódica y lineal, de tal manera que permita al investigador evaluar la calidad de las aguas a través de la aplicación de herramientas y de esta forma identificar zonas críticas por contaminación para desarrollo de investigaciones más detalladas y elaboración de planes de descontaminación de estas zonas.

El problema de la contaminación ha alcanzado un nivel crítico en El Salvador; lo anterior, compromete las posibilidades de desarrollo para el país por varios efectos, primero el deterioro mismo de los recursos lo cual limita sus usos posibles, segundo el impacto negativo que se genera en la salud de los pobladores de las áreas afectadas, en especial de los sectores más pobres del país y tercero el impacto negativo que se genera al alimentar a la población del país con alimentos contaminados.

Los contaminantes tanto puntuales como no puntuales que llegan a las aguas superficiales contaminando el recurso hídrico y limitando sus usos posteriores. Los ríos cuentan con una capacidad de auto depuración de sus aguas que es el conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en el curso del agua de modo natural y que provocan la destrucción de materias extrañas incorporadas a un río.

La capacidad de auto-regeneración de un río depende de los siguientes aspectos principales: el caudal, que permitirá diluir el vertido y facilitar su posterior degradación, la turbulencia del agua, que aportará oxígeno diluido al medio, la naturaleza y tamaño del vertido. En este sentido, la presencia en el agua de altas concentraciones de contaminantes, tanto biodegradable como elementos no biodegradables, anula el proceso de auto-depuración, se rompe el equilibrio y queda una zona contaminada que resultará difícil recuperar si no es de forma lenta y/o artificial, limitando todos los usos posteriores del agua, o causando efectos negativos al ser usada.

Por otro lado es importante mencionar que muchos plaguicidas, fertilizantes, metales pesados, etc. no desaparecen de los ambientes acuáticos sino que cambian de lugar, acumulándose en el fondo de ríos e incorporándose a las plantas y a las cadenas tróficas produciendo a mediano y largo plazo un impacto negativo en la población.

1.1 Impacto de los contaminantes en la salud humana

El agua contaminada puede producir efectos muy negativos, ya que provoca enfermedades humanas de corto, mediano y largo plazo.

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) la diarreas es una de las primeras diez causas de muerte en el país¹. Las bacterias más frecuentes en las aguas contaminadas son las Coliformes fecales que se encuentran en las heces humanas, la escorrentía superficial y, por consiguiente, la contaminación por fuentes no localizadas contribuye de forma significativa al alto nivel de agentes patógenos en las masas de agua superficiales; lo cual, aunado a los deficientes servicios rurales de higiene contribuyen a aumentar el riesgo para los pobladores.

Es importante tomar en cuenta que la presencia de otros compuestos como metales pesados, compuestos orgánicos persistentes como los plaguicidas genera enfermedades a mediano y largo plazo y puede comprometer el ADN de las futuras generaciones del país.

En El Salvador la problemática de la contaminación de los recursos hídricos superficiales esta ligada al desarrollo de las regiones, asentamientos urbanos, industria y agricultura, lo que aunado a la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales disminuye las posibilidades de sostenibilidad de los recursos hídricos superficiales.

Dichas actividades generan un impacto directo sobre la calidad de las aguas superficiales, las cuales son utilizadas para diversas actividades de la vida nacional como: riego, ganadería, industrial, agua para procesos de potabilización, recreación y vida acuática, lo cual se traduce en un impacto negativo en la salud humana y calidad de vida de los pobladores sin acceso a agua potable.

Para saber cual es la situación de la calidad de las aguas superficiales del país el Servicio Hidrológico Nacional del SNET ha elaborado el presente Diagnostico Nacional de Calidad de Aguas, para lo cual actualmente ha realizado un monitoreo de calidad y cantidad de agua en 114 sitios de las diez regiones hidrográficas de el país.

En dicho monitoreo se evalúa la calidad de los ríos a través de la aplicación de diversas normativas y herramienta de valoración como es el Indice de Calidad General (ICA).

¹ MSPAS “Salud para un país de futuro”. El Salvador, Julio de 2004

1.2 Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un diagnóstico nacional de la calidad de las aguas superficiales del país y disponibilidad de los recursos hídricos en base a su aptitud de uso.

Objetivos específicos

- Identificar zonas críticas por contaminación
- Evaluar aptitud de usos de las aguas superficiales
- Elaborar mapas de riesgo por contaminación.

II. CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRAFICAS

Como datos importantes de la elaboración del diagnóstico de aguas se debe conocer los aspectos geográficos e hidrológicos de cada una de las áreas o regiones hidrográficas; así como la incidencia temporal y espacial de fuentes puntuales y dispersas de contaminación, tomas para usos industriales y efluentes de dichas plantas de tratamiento, tomas de agua para irrigación y el aporte difuso derivado de la escorrentía de zonas agrícola-ganaderas.

Es importante conocer el uso productivo de los suelos, polos de desarrollo, ciudades y urbanizaciones, temporalidad de los efluentes y de las actividades agro-industriales y climatología de la zona.

El Salvador consta de diez regiones hidrográficas², en las cuales se ha realizado la investigación.

Tabla No. 1 Regiones Hidrográficas del país.

REGION	CUENCA
REGION A	Río Lempa
REGION B	Río Paz
REGION C	Río Cara Sucia - San Pedro
REGION D	Río Grande de Sonsonate
REGION E	Comalapa Mandinga
REGION F	Río Jiboa
REGION G	Bahía de Jiquilisco
REGION H	Río Grande de San Miguel
REGION I	Río Sirama
REGION J	Río Goascorán

2.1 Características Generales de la Región Hidrográfica A - Cuenca del Río Lempa.

La cuenca del Río Lempa es una región hidrográfica localizada en las Repúblicas de Guatemala, El Salvador y Honduras, ubicada geográficamente entre los meridianos 90° 09' y 87° 46' y los paralelos 14° 41' y 13° 15'. Tiene un área total de aproximadamente 18,246 km² de los cuales 2,554 km². Se localizan en Guatemala y 5,474 km², en Honduras. Se origina en la República de Guatemala y termina en el Océano Pacífico en el sector sureste de El Salvador. La longitud del Río es de 335 Km. y drena el 56 por ciento de su cuenca en la República de El Salvador, el 30 por ciento en Honduras y el 14 por ciento en la República de Guatemala³.

² PLAMDARH

³ Estudio Global de la Sedimentación del Río Lempa, CEL 1999

En El Salvador, la cuenca ocupa el 49% del territorio nacional; es decir aproximadamente 10,000 kilómetros cuadrados. Dicha cuenca aporta el 72% del recurso hídrico total de El Salvador y la población que depende de este es el 60 % de todo el País⁴.

2.1.1 Geomorfología.

La geomorfología de la cuenca se distingue por tener características que están definidas por la topografía, la pendiente del terreno y el tipo de drenaje y entre las cuales se pueden mencionar las unidades siguientes: Volcán de San Salvador, Volcán de Guazapa, Cerro Tecompatepec, Lago de Coatepeque, Meseta de Atiquizaya, Macizo de Montecristo, Montañas Esesmiles, Volcán Chingo, Meseta de Candelaria, Región del Lago de Guija, Cadena Montañosa Jutiapa-Progreso, Montañas de Chalatenango, Montañas Celaque, Montañas de Opalaca, Montañas de Torola, Montañas Orientales y Occidentales de Cabañas, Grupo de Volcanes de Tecapa y San Vicente, Valle del Río Lempa.

Entre las elevaciones más importantes se pueden mencionar las siguientes:

- El Boquerón - 1,893 msnm
- El Picacho - 1,960 msnm
- Volcán de Guazapa - 1,438 msnm
- Cerro Montecristo - 2,418 msnm
- Cerro Miramundo - 2,302 msnm
- Cerro El Pital - 2,730 msnm
- Cerro Celaque - 2,850 msnm

2.1.2 Hidrografía.

La hidrografía de la cuenca del Río Lempa está compuesta por una serie de ríos, los cuales en su mayoría presentan cauces en forma de cañones profundos en las partes altas con un proceso geomórfico de erosión fluvial, formándose llanuras aluviales en las partes bajas que llegan a ocasionar algunas veces problemas de inundación. El drenaje de la mayoría de las subcuencas es de tipo dendrítico aunque existen zonas de tipo radial, especialmente en las cabeceras de las subcuencas.⁵ Las características físicas de las principales subcuencas, se presentan en las Tablas 2, 3 y 4.

2.1.3 Usos del Suelo.

Como consecuencia de la intensa actividad volcánica en la parte media y baja de la cuenca, la mayor parte de los suelos son de origen volcánico y relativamente reciente, de donde resulta lógico esperar que en general sean de potencial productivo relativamente bajo, concluyéndose que la erosión es sin duda un factor de importancia que produce un deterioro en la productividad de los suelos⁶. En la tabla 5 se presentan los usos principales del suelo.

⁴ Investigación de la contaminación del Río Lempa y sus afluentes, Río Suquiapa, Sucio y Quezalapa, FUSADES /FIAES

⁵ Estudio Global de la Sedimentación del Río Lempa, CEL 1999

⁶ Estudio Global de la Sedimentación del Río Lempa, CEL 1999.

Tabla 2 Características Físicas de los Principales Ríos de la Región Hidrográfica A

Características	Suquiapa	Sucio	Acelhuate	Coatepeque	Guajoyo	Cusmapa	Ostúa	Tahuilapa
Área (km ²)	440	843	711	70	215	221	1759	373
Perímetro (km)	147	175	129	34	97	60	202	72
Longitud del cauce principal (km)	36	66	50	0.2	35	21	91	25
Longitud cauce más largo (km)	57	70	65	0.8	41	22	111	27
Elevación máxima msnm	1660	1893	1893	2340	1400	1400	2000	2418
Elevación media msnm	660	615	574	1000	691	709	850	710
Pendiente media de la cuenca	21%	17%	19%	42%	21%	24%	12%	8%
Pendiente del cauce (m/km)	24	24	25	21	24	28	15	75

Fuente: Diagnóstico preliminar de la cuenca del río Lempa, documento triffinio No. 11, OEA, Mayo de 1998.

Tabla 3 Características Físicas de los Principales Ríos de la Región Hidrográfica A

Características	Angue	Métayate	Niruapa	Torola	Titihuapa	Quezalapa	Copindapa	Grande de Chalatenango
Área (km ²)	587	188	97	1563	594	408	288	1978
Perímetro (km)	-	62	72	233	143	101	825	66
Longitud del cauce principal (km)	35	27	15	204	42	24	28	30
Longitud cauce más largo (km)	45	30	17	603	48	32	38	32
Elevación máxima msnm	2000	1200	2700	1824	176	1011	923	1898
Elevación media msnm	1000	563	881	277	413	583	315	747
Pendiente media de la cuenca	3.50%	12%	23%	30%	25%	26%	0.3	15%
Pendiente del cauce (m/km)	16	31	144	25	15	16	17	4

Fuente: Diagnóstico preliminar de la cuenca del río Lempa, documento Triffinio No. 11, OEA, Mayo de 1998.

Tabla 4 Características Físicas de los Principales Ríos de la Región Hidrográfica A

Características	Sumpul	Guarajambala	Mocal	Tamulasco	Acahuapa	Jiotique	Roldán
Área (km ²)	1084	2463	1219	256	225	623	54
Perímetro (km)	193	231	174	415	77	147	46
Longitud del cauce principal (km)	54	74	65	21	34	38	10
Longitud cauce más largo (km)	62	78	69	27	35	43	13
Elevación máxima msnm	2730	2200	2849	1644	2181	1500	1600
Elevación media msnm	1743	1100	1000	689	481	387	420
Pendiente media de la cuenca	40%	40%	40%	30%	18%	18%	28%
Pendiente del cauce (m/km)	16	26	38	52	29	31	42

Fuente: Diagnóstico preliminar de la cuenca del río Lempa, documento triffinio No. 11, OEA, Mayo de 1998.

Tabla 5 Principales Usos del Suelo (Región Hidrográfica A)

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galeria	62.56	Otros Humedales	3.88
Bosque de Mangle	20.36	Árboles Frutales	6.72
Bosque Siempre Verdes	145.28	Caña de Azúcar	296.41
Bosques mixtos semi caducifoleos	444.89	Café	780.85
Bosque Caducifolio	377.4	Granos Básicos	2052.15
Bosque de coníferas denso	101.33	Hortalizas	22.27
Bosque de coníferas ralo	681.21	Otros Cultivos	26.62
Bosque de coníferas	513.92	Otros Cultivos irrigados	8.54
Bosque latifoliado	155.21	Pastos	1311.65
Bosque Mixto	600.61	plataneras y bananeras	4.9
Bosque secundario	106.71	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	281.36
Humedales	9.14	Zonas pobladas	377.87

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.1.4 Características Socio Económicas⁷.

La cuenca del Río Lempa (Región A) está formada por los departamentos de Chalatenango, Santa Ana, Sonsonate, Cuscatlán, San Salvador, San Vicente, La Libertad, Cabañas, Usulután, San Miguel y Morazán. Esta Región encierra una población de 2,962,980 habitantes de los cuales 1,647,981 viven en zonas urbanas, constituyendo el 55.62 % de la población total en la cuenca.

Al igual que en todo el país, en materia de actividades productivas, la agricultura desempeña un papel fundamental en toda el área. Los principales productos lo constituyen los granos básicos. Podemos observar que la PEA ocupada en la cuenca suman 891,493 personas, que corresponde al 30.1% de la población de la cuenca del Río Lempa. Los datos revelan que el 29.14 % de la PEA ocupada son personas que se dedican a la agricultura.

2.1.5 Condiciones Sanitarias.

En la cuenca del Río Lempa, el 15.23 % de las viviendas no poseen un sistema adecuado para deposición de excretas y el 49.3 % no cuenta con un sistema de alcantarillado.

La dificultad de acceder al agua es una situación que empeora las condiciones sanitarias, Podemos ver que el 56.74 % de las viviendas cuentan con servicio de agua por cañería y el 4.76% se abastecen de agua de río, el número de viviendas que se abastecen de agua por cañería es bajo considerando que el 59.10 % de las viviendas son urbanas, esto nos indica que casi en su totalidad, la población rural no tiene acceso al servicio de agua potable.

⁷ DIGESTYC, Censo de 1992.

2.1.6 Calidad de Agua

Debido a la importancia de la cuenca del Río Lempa, se han encontrado la mayor cantidad de estudios realizados por diversas instituciones y/o organizaciones para objetivos específicos. Los estudios encontrados se mencionan a continuación.

“Análisis de los resultados del monitoreo preliminar de las subcuencas de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate”. Programa Ambiental de El Salvador 1997 a 1998 (PAES-MAG. Mena, Z). El Objetivo del proyecto realizado por el PAES, fue de elaborar un plan de monitoreo de cantidad y calidad de agua, además de generar información valiosa en un área de gran actividad industrial y agrícola. Como resultado se obtuvo la información de calidad y cantidad de agua para 75 vertidos industriales y 78 puntos muestreados en tributarios que se encuentran dentro de las subcuencas Sucio, Suquiapa y Acelhuate.

Se identificó para la subcuenca del Río Sucio que el río Agua Caliente (vertidos domésticos de la Ciudad de Armenia) y Canal Belén (vertido de aguas residuales de una porqueriza) son los dos ríos que presentan niveles de oxígeno disuelto muy por debajo del nivel mínimo necesario para el desarrollo de vida acuática y los niveles de carga orgánica y contaminación fecal más alta del límite máximo de estos parámetros. Es notorio en la identificación de zonas críticas que el río Colón que transporta las aguas negras de la ciudad de Nueva San Salvador (Santa Tela), el río los Encuentros que transporta el vertido industrial de una tenería presentan niveles de carga orgánica sobre la norma de calidad de agua lo que no permiten el desarrollo de vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua superficiales de toda la cuenca no llegan al nivel de saturación para permitir el desarrollo de especies superiores en los ríos, existen tramos donde el oxígeno disuelto baja hasta 1.8 mg/L en el agua lo que impide el desarrollo de la vida acuática y se considera que toda la subcuenca es crítica con respecto a los niveles de contaminación fecal por la falta de sistemas de tratamiento a las aguas domésticas.

En la subcuenca del Río Acelhuate que desde su nacimiento hasta su descarga en el río Lempa, tiene un incremento en 733 % en el nivel de Coliformes fecales, descargando 1100 veces la norma para calidad de vida acuática y actividades acuáticas. Toda la cuenca del río Acelhuate es un factor de riesgo para la población que vive alrededor, por la excesiva contaminación por heces fecales (*Escherichia coli*), sólidos suspendidos elevados y en algunas zonas de estancamiento la generación de gases como metano, fosfina y amoníaco resultado de la depuración anaeróbica, imposibilitando el recurso hídrico para un uso benéfico de sus aguas así como el desarrollo de la vida acuática.

En la subcuenca del Río Suquiapa, se observa que toda la subcuenca está contaminada con Coliformes totales y un 84.2% está contaminada por Coliformes fecales, lo que constituye un factor de riesgo para la población que vive en los alrededores del río y no cuentan con los servicios básicos necesarios.

El río Sucio de la Ciudad de Santa Ana es la zona crítica de la presente subcuenca con respecto a los parámetros de DBO₅, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Coliformes Totales y Fecales, debido a que transporta aguas negras y vertidos agroindustriales de la Ciudad de Santa Ana.

“Estrategias de Descontaminación de los Ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate”. Servicio Nacional de Estudios Territoriales SNET del MARN y Programa Ambiental de El Salvador PAES del MAG (2002. Mena, Z). El presente estudio se presenta una propuesta de trabajo técnica de las cargas contaminantes máximas de cada uno de los ríos tributarios de cada subcuenca con la finalidad de definir bases para la elaboración de un plan de descontaminación de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate. El estudio cuenta con información de tres años de muestreo en 75 sitios con una frecuencia bimensual. El estudio presenta los resultados de la modelación de contaminantes de los ríos estudiados y dos aplicaciones de índices de calidad de agua como herramientas de control de la contaminación.

Dentro de los resultados para el Río Acelhuate se encontró que el Índice de Calidad de Agua (ICA) en los cuatro puntos del canal principal del Río Acelhuate, califica la calidad del agua como pésima en todo el recorrido del canal principal con un valor ponderado alrededor de siete. En la subcuenca del Río Acelhuate es necesario aplicar un tratamiento de 90% de depuración de DBO₅ a diez ríos tributarios principalmente a los ríos Tomayate, Las Cañas y Arenal Monserrat que presentan un 86% de la carga contaminante total. La descarga de desechos sólidos a lo largo del canal principal del Río Acelhuate, vuelve más complicado el manejo de su carga contaminante y colabora para que varios tramos del río se conviertan en anaeróbicos.

El ICA calculado para los cuatro puntos en el canal principal del Río Sucio, decrece a medida avanza el recorrido del río de mala a pésima en la estación aguas abajo del punto 14 DESCA. Luego se observa un proceso de auto depuración en el río y la calidad asciende de pésima a mala antes de desembocar al Río Lempa, luego de un recorrido de un poco más de 54 km desde la última estación valorada. En la subcuenca del Río Sucio es necesario aplicar un tratamiento del 75% de depuración de DBO₅ a los ríos Canal Belén y Río Colón; además de restringir a la empresa 14 DESCA a no descargar más de 1,142 Kg por día o la cantidad de aguas de desecho equivalente a 22,859 personas ya que actualmente descarga diariamente la carga equivalente a 57, 148 personas o un tercio de la población actual de la Ciudad de Santa Tecla.

El ICA calculado para los tres puntos del canal principal del Río Suquiapa varía de calidad de agua pésima en su nacimiento a mala en la desembocadura al Río Lempa. La contaminación del río Suquiapa originada en la cabecera departamental por la descarga de aguas negras y vertidos agroindustriales sin tratamiento alguno, sufre un proceso de estabilización de la materia orgánica en los cuarenta kilómetros antes de la desembocadura. En la subcuenca del Río Suquiapa es necesario aplicar un tratamiento del 75% de depuración de DBO₅ a los tributarios más contaminados de su nacimiento: Río Sucio, Apanteos y El Molino.

“Investigación aplicada sobre el impacto ambiental de la contaminación del agua en las cuencas de los ríos Sucio, Acelhuate y Cuaya”, FIAES (1997. Esquivel, O). En el documento se presentan datos valiosos de calidad de agua en parámetros fisicoquímicos, biológicos y algunos metales considerados tóxicos y de origen antropogénico; los resultados son interesantes e importantes, estos muestran la mala calidad del agua en las

tres cuencas estudiadas, además de los bajos valores de oxígeno disuelto y valores altos de nitrógeno amoniacal; es importante mencionar que se encontraron altas concentraciones de algunos metales pesados.

Para la cuenca del Río Sucio, el 18 % de las muestras, tienen valores de plomo mayores a 0.1 mg/L El 100% de muestras presentó valores de cadmio que superan el límite de 0.003 mg /l, todas las muestras presentaron concentraciones de Níquel superiores al máximo aceptable para vida acuática.

Para la cuenca del Río Acelhuate, el 27 % de las muestras presentó concentraciones significativas de Cromo VI, el 32 % de las muestras presento valores de plomo mayores a 0.12 mg/l y el 86 % de las muestras analizadas presentó concentraciones de Cadmio superiores a 0.01 mg/l.

Para la cuenca del Río Cuaya el 60 % de las muestras excedieron el límite permisible de Zinc, el 70 % excedió el límite permisible de Cadmio para mantener la vida acuática, el 100 % de las muestras tienen valores arriba del límite permitido de Níquel y el 50 % de las muestras resultó con concentraciones de Cobre superiores a 0.05 mg/l.

“Estudio Global de la Sedimentación en la Cuenca del Río Lempa”. CEL, 1999. El estudio tenía como uno de los objetivos evaluar el impacto ambiental causado por los embalses. La información obtenida es valiosa, puesto que se hicieron muestreos en los principales tributarios de la cuenca; el resumen de los resultados se presenta en el Anexo 1-A.

Para el año 2005 se presentó el **“Informe de Avance de Resultados del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua”.** CEL. 2003-2004. este estudio tiene como objetivo dar un seguimiento a las investigaciones realizadas por CEL en el estudio realizado en 1999, los datos se encuentran en el Anexo 1-B.

“Investigación de la Contaminación del Río Lempa y sus Afluentes, Ríos Suquiapa, Acelhuate y Quezalapa”. FUSADES/FIAES. El estudio tuvo como objetivo establecer los niveles de contaminación en las estaciones secas y lluviosa en 12 puntos de muestreos; cinco ubicados en el cauce del Río Lempa, dos en el Río Suquiapa, uno en el Río Acelhuate, tres en el Río Quezalapa y uno de un manantial en el cantón San Martín. Los resultados revelaron la presencia de contaminantes metálicos fuera de los valores permitidos por la norma, estos fueron: Mercurio, Hierro, Boro, Arsénico y Potasio. Además se encontraron contaminantes orgánicos provenientes del uso de pesticidas, los herbicidas que se encontraron en mayor cantidad y concentración fueron el Lindano, la Atrazina y el 2,4-D. Las mayores concentraciones de contaminantes orgánicos, fueron encontrados principalmente a inicios de la época lluviosa. En el Anexo 1-C se presenta la tabla con los principales resultados del estudio.

“Diagnostico de la calidad de agua en sitios de aprovechamientos del Río Sucio”. Oficina especializada del agua, Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico Social (1983). En el estudio se hace un análisis de la calidad del agua en los principales ríos pertenecientes a la subcuenca del Río Sucio. El documento presenta una

recopilación de datos históricos de calidad de agua. Debido a que en la zona se encuentran las obras de abastecimiento y de riego más grande del país como lo son: el campo de pozos Opico - El Playón, distritos de riego Zapotitán y distrito de riego Atiocoyo Sur, el estudio tiene gran importancia. La información recopilada permitió clasificar el agua para los usos convenientes. Los resultados de calidad de agua se presentan en el Anexo 1-D.

“Evaluación del efecto agrícola sobre la calidad del agua del Río Sucio”, Tesis UES, 2003. La tesis tiene como objetivo realizar una investigación sobre la contaminación del Río Sucio dentro de las áreas de mayor actividad agrícola localizadas en la subcuenca. Los puntos de muestreo fueron seleccionados a partir de las estaciones de monitoreo propuestas por el Programa Ambiental de El Salvador (PAES). Se utilizó el Índice de Calidad de Agua de Brown a los resultados de laboratorio, el calificativo obtenido en los puntos de muestreo varió entre 20 a 36 (calidad mala) y 37 a 51 (calidad aceptable). Los resultados se presentan en el Anexo 1-E.

“Determinación del grado de contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río Sucio” (Tesis UES,2000). En el estudio mencionado se realizaron muestreos en los principales tributarios del Río Sucio y en puntos del canal principal. Los resultados se presentan en el Anexo 1-F

“Determinación físico química y bacteriológica en el agua del Río Suquiapa de la Ciudad de Santa Ana y zonas periféricas” (Mayo de 1995). El estudio corresponde a sitios cercanos a la ciudad de Santa ana y en ríos tributarios al Suquiapa que reciben aguas industriales y domésticas. Los resultados de este estudio se presentan en el Anexo 1-G.

“Estudio de la Calidad de las Aguas Superficiales del área de influencia”, desarrollado por el proyecto PRODAP II del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) 2004.

Dentro de los resultados de la época seca los cuerpos superficiales de calidad Buena en orden descendente son: El Borbollón, Titihuapa, Quebrada Honda, Jalapa, Copinolapa Grande y Paso Hondo. Los ríos de calidad regular más baja son el Ismataco y el Acahuapa, ambos son receptores directos de aguas negras de Apastepeque y ciudad de San Vicente respectivamente.

El Río Acahuapa es el que presenta más bajos niveles de Oxígeno disuelto y los más altos niveles de DBO, por su estado actual es un río muerto. Esto se debe a que es receptor de alta carga de materia orgánica, producto de la descarga de aguas negras, de la ciudad de San Vicente. Adicionalmente, resulto en el río con mayor concentración de Coliformes fecales 16,000,000 NMP/100ml.

De acuerdo a los resultados del periodo de lluvias, los ríos que experimentaron una mayor demanda de Bioquímica de Oxígeno fueron: Ismataco, Jalalá, Acahuapa, Amatitan, Tronalagua, San Simón y Jiboa

Sobre los niveles de toxicidad, por presencia de pesticidas, se analizaron 10 ríos, las cuales reportan niveles de residuales no detectables, por lo que, no se asegura la presencia o no de los mismos. Sin embargo, la cantidad de estos químicos clorados podría estar a niveles

menores de 0.05 mg/L, por lo que se determina que los ríos cumplen con la norma de contenido de residuales que establece el Reglamento del país.

“Evaluación del grado de contaminación en el Río Talnique y el efecto de sus afluentes mediante la aplicación de índices de calidad de agua”, Tesis UES, 2003. En el estudio se evalúa la calidad de las aguas del Río Talnique por medio del índice de calidad de agua ICA. Anexo 1-H.

2.2 Características Generales de la Región Hidrográfica B - Cuenca del Río Paz.

La cuenca del Río Paz está localizada entre las coordenadas 13°50' y 14°30', latitud norte y 89°35' y 90°10' longitud oeste, teniendo como límites al norte; el parte aguas del Río Lempa, al noreste; con el parte aguas del Río Lempa y con las cabeceras de la cuenca de los ríos San Pedro y Sensunapán, por el este; el complejo de cuencas que descargan en la Barra de Santiago y por el sur; el Océano Pacífico, por el oeste y noroeste; con la cuenca del Río Los Esclavos y al sur; con el parte aguas de las cuencas de pequeños ríos que desembocan en Océano Pacífico ⁸.

La cuenca hidrográfica binacional del Río Paz (Región Hidrográfica B) está localizada en la zona fronteriza de Guatemala y El Salvador, posee una superficie total de 2647.6 km² de los cuales 1,722 km² (65 %) corresponden a Guatemala y 925.6 km² (35%) a El Salvador. El sector Guatemalteco de la cuenca está comprendido principalmente por el departamento de Jutiapa y una parte de Santa Rosa; en tanto que el sector salvadoreño está comprendido por el departamento de Ahuachapán y una pequeña parte del departamento de Santa Ana y Sonsonate.

Los efluentes más importantes del Río Paz, en el sector guatemalteco son los ríos Tempisques, Las Lajas, Agudo, Amayito, Trapichito y San Nicolás⁹.

2.2.1 Geomorfología.

La cuenca hidrográfica del Río Paz se divide en 9 unidades geomorfológicas – fisiográficas que son: Volcán Chingo, Región Volcánica al Sur- Este del Chingo, Meseta de Atiquizaya, Grupo de Volcanes de Santa Ana, Montañas de Tacuba, Llanura costera entre el Río Paz y Sonsonate, Región de esteros de la Barra de Santiago, Cadena Montañosa, Valles de Quesada- Vista Hermosa y Jutiapa.

2.2.2 Drenaje¹⁰.

La cuenca del Río Paz es drenada principalmente por el Río del mismo nombre, cuya longitud es de 82.6 Km. hasta la estación hidrométrica La Hachadura y de 102 km hasta la desembocadura en el Océano pacífico.

⁸ PLAMDARH 1981

⁹ Diagnóstico General de La Cuenca Binacional del Río Paz, El Salvador – Guatemala 1998.

¹⁰ Diagnóstico General de La Cuenca Binacional del Río Paz, El Salvador – Guatemala 1998

En el territorio salvadoreño la cuenca del Río Paz es drenada principalmente por el Río Pampe, cuya longitud desde su origen hasta su desembocadura en el Río Paz es de 40 km. El Río Pampe se origina en las elevaciones (2000 msnm) de la cadena Volcánica Occidental, desde esas alturas desciende hacia el valle en donde se le unen otros ríos como el Chingo o Jerez y el Río Magdalena.

Aguas abajo de la antigua estación hidrométrica San Lorenzo y en el tramo hasta la estación hidrométrica El Jobo, desembocan los siguientes Ríos: Río Escalante, Río Frío, Río Los Pozos y Río Tahuapa. A partir de la estación el Jobo hasta la estación La Hachadura y descendiendo de la Cadena Volcánica, los ríos afluentes del Río Paz en el territorio salvadoreño son: El Molino, Tacuba, Achuquema, Sunza y Zanjón Aguacate. La parte baja de la cuenca es drenada por el Río La Danta y sus afluentes. En la siguiente tabla se presentan los ríos pertenecientes a la cuenca del Río Paz y sus respectivas longitudes

Tabla 6 Longitudes de los principales ríos de la región Hidrográfica B

Sub Cuenca	Longitud (km ²)	Sub Cuenca	Longitud (km ²)
El Aguacate- Brazo del Río Paz	47.2	Las Canoas - Barranca Honda	18.2
El Sunza	42	Escalante- Madre Vieja	48.8
Shuquema	30.8	Agua Caliente- Agua Tibia y Los pozos	52.6
Cuayapa o de Tacuba	33.6	San Antonio	76.2
Los Herbideros y Nejapa	44.4	Barranca Honda	19.2
Molino y Asino	60.8	Barranca de Agua- De Agua	78.5
Los Toles y De Navas	36.8	El Porvenir - La Barranca	92.1
Pueblo Viejo - El Perical	28.2	Pampe o Chalchuapa y tres Ceibas	82.4
La Culebra	18.4	Magdalena, seco y el jute	54
Tahuapa- Las Lajas	12.4	Chingo - El Tanque	24.2
Frío - El Piro	24.8		

Diagnóstico General de La Cuenca Binacional del Río Paz, El Salvador – Guatemala 1998.

2.2.3 Usos del Suelo.

En general existen masas boscosas que han quedado como remanentes principalmente en el lado norte (subcuencas Amayito, Lomitas, Lagunilla, El trapiche y Jerez en el sector de Guatemala, y El Porvenir, Pampe, Magdalena y Barranca de Agua en El Salvador).

En la parte media de la cuenca tanto de Guatemala y El Salvador, se localizan porciones de bosque muy ralo (abierto) de latifoliadas en combinación con pasto. En esta área se practica un tipo de ganadería extensiva y extracción progresiva de los recursos del bosque.

Los cultivos tradicionales se encuentran distribuidos en toda la cuenca, principalmente en áreas de ladera. Áreas agrícolas importantes lo constituyen el sector de Agua Caliente, San

Antonio y Barranca Honda en El Salvador y Amayito Estanzuela, Jerez, El Barro, El Colorado y San Pedro en Guatemala. Entre los cultivos permanentes se encuentran las plantaciones de café, de las cuales existen algunas importantes como las ubicadas en el área de Ataco, Tacuba y Apaneca. En la tabla 7 se presentan los usos del suelo mas importantes en la Región Hidrográfica B.¹¹

Tabla 7 Principales Usos del Suelo (Región Hidrográfica B)

Uso de Suelos	Km ²	Uso de Suelos	Km ²
Bosque de Galería	7.24	Caña de Azúcar	57.68
Bosque de Mangle	2.38	Café	353.84
Bosque Siempre Verdes	14.3	Piña	2.72
Bosques mixtos semi caducifoleos	3.25	Granos Básicos	178.49
Bosque Caducifolio	23.55	Otros Cultivos Irrigados	3.96
Bosque secundario	55.71	Pastos	280.16
Humedales	7.47	Plataneras y Bananeras	14.37
Otros Humedales	14.39	Cultivos Anuales Asociados co	69.97
Árboles Frutales	0.32	Zonas Pobladas	57.46

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.2.4 Características Socio Económicas¹².

La población de la cuenca del Río Paz para 1998 se estimó en 489.7 miles de personas, de donde el 35 % se encuentra en el sector de Guatemala y el 65 % restantes en el Sector de El Salvador¹³.

El promedio de población rural en la cuenca es de 75.9%, en el sector de Guatemala es del 82 %. Para El Salvador según el censo efectuado por la DIGESTYC en 1992, la población de la cuenca asciende a 501,826 habitantes, de los cuales 286,185 (57%) viven en zonas rurales. Los datos del censo de 1992, revelan que la PEA ocupada es de 147,673 personas, la actividad predominante es la agricultura, llegando a ser casi el 42 % de la PEA ocupada total.

2.2.5 Condiciones Sanitarias.

En el sector salvadoreño la cuenca del Río Paz cuenta con una red insuficiente de infraestructuras de salud, las cifras investigadas indican que en las cabeceras departamentales de Ahuachapán y Santa Ana, hay un hospital en cada cabecera, y uno mas en el municipio de Chalchuapa, llegando a un total de 3, también existen un total de 75 unidades de salud y 6 centros rurales de nutrición ubicados en Santa Ana Chalchuapa y Juayúa¹⁴.

¹¹ Diagnóstico General de La Cuenca Binacional del Río Paz, El Salvador - Guatemala 1998.

¹² DIGESTYC, Censo de 1992.

¹³ Diagnóstico General de La Cuenca Binacional del Río Paz, El Salvador - Guatemala 1998

¹⁴ Diagnóstico General de La Cuenca Binacional del Río Paz, El Salvador - Guatemala 1998.

Con respecto a los servicios sanitarios, en la cuenca el 17.29 % de hogares no cuentan con un lugar adecuado para depósito de excretas, y el 64.68 % no poseen un sistema de cañería. En cuanto a la disposición del agua, tenemos que el 46.29% hogares se abastecen del servicio de agua por cañería y que el 5.52 % se abastecen de agua de los ríos.

2.2.6 Calidad de Agua

No existen estudios realizados en la Región Hidrográfica B, la cual es una zona agrícola de importancia.

Los datos que se recolectaron fueron proporcionados por el Instituto del Agua de la Universidad de El Salvador en Santa Ana. Los parámetros recopilados se encuentran en el anexo 1-I.

2.3 Características Generales de la Región Hidrográfica C - Cara Sucia - San Pedro.¹⁵

La Región Hidrográfica "C", comprende las pequeñas cuencas que drenan desde las montañas de Tacuba y de los volcanes de Santa Ana hacia la costa del Océano Pacífico y tienen un área de drenaje total de 658.6 Km². La Región está casi totalmente comprendida por el Departamento de Ahuachapán y localizada entre las coordenadas 90°05' y 89°50' longitud oeste y 13°35' y 13°53' latitud norte.

Los límites son: en el norte con el parte aguas de los ríos Paz y Lempa por medio del Lago de Coatepeque, al poniente por la cuenca del Río Paz, al oriente con el parte aguas del Río San Pedro y al sur por el Océano Pacífico. Las poblaciones más importantes de la Región son: San Francisco Menéndez, Jujutla, Guaymango, San Pedro Puxtla, San José Los Naranjos y La Hachadura.

2.3.1 Geomorfología.

La división morfológica de la Región comprende las unidades siguientes: Montaña de Tacuba, Grupo de volcanes de Santa Ana, Planicie costera entre los ríos Paz y Sonsonate, Zona de esteros de la Barra de Santiago.

2.3.2 Drenaje

El drenaje de la Región se efectúa por medio de una serie de ríos, los que en su mayoría nacen en las faldas de la montaña de Tacuba. Estos tienen un recorrido aproximado de 16 km, predominando los ríos El Rosario, Cara Sucia y Sunza con 27, 27 y 24 km, respectivamente.

El drenaje de la cuenca alta o montañosa es de tipo dendrítico, los cauces son profundos, en forma de "V", con una erosión remontante.

¹⁵ PLAMDARH 1981

La cuenca media se localiza entre la elevación 340 msnm y la carretera Litoral (CA-2), que define prácticamente la elevación media de la Región. En esta zona el drenaje es aun dendrítico, los cauces tienden a ampliarse y las cuencas tienen su máximo rendimiento.

La cuenca baja o zona de la desembocadura se localiza entre la carretera Litoral (CA-2) y la costa del Océano Pacífico; en esta área los ríos se tornan un tanto caprichosos en su recorrido y varios disminuyen su caudal. En la siguiente tabla se presentan las características de los principales ríos de la región C.

Tabla 8 Características Físicas de los Principales Ríos de La Región Hidrográfica C

Cuenca	Río	Longitud	Área (km ²)	Tipo de Drenaje
Sacramento	Sacramento	13	22.95	Dendrítico Caprichoso
Huíscoyol	Huíscoyol	14	19.7	Dendrítico
San Francisco de La Soledad	San Francisco de la Soledad	13	18.45	Dendrítico Caprichoso
La Palma	La Palma	10	20.75	Idem
Cara Sucia	Cara Sucia	24	46.6	Idem
El Izcanal	El Izcanal	16	27.45	Dendrítico Paralelo
Aguachapío	Aguachapío	16	26.6	Idem
Guayapa	Guayapa	22	36.75	Idem
Cuilapa	Cuilapa	12	30	Idem
El Naranjo	El Naranjo	23	36.65	Dendrítico Caprichoso
El Rosario	El Rosario	27	75.25	Idem
Quebrada Costa Azúl	Quebrada Costa Azúl	40	2	Paralelo
El Cauta	El Cauta	25	30	Paralelo
Metalío	Metalío	16	24.8	Paralelo
Sunza	Río Moscua	11	15	Dendrítico Caprichoso
Sunza	Sucio	24	116.8	Idem

PLAMDARH 1981

2.3.3 Usos del Suelo.

En algunas áreas de la Región C, existe mucha discrepancia en cuanto al uso potencial de los suelos y su uso actual, resaltando la siembra de granos básicos en laderas y el establecimiento de potreros en las fuertes pendientes de la parte alta de la Región. Los terrenos más altos de la cuenca están dedicados a una agricultura más intensiva de cereales, caña de azúcar, bananos y pastos, aunque se manifiesta también la actividad agrícola y pecuaria. Los bosques de galería del lugar están siendo explotados severamente. En las áreas más planas y bajas, se encuentra aún una agricultura intensiva¹⁶.

¹⁶ WASH No 425. El Salvador: Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales y Subterráneas en la cuenca entre La Barra de Santiago y Bosque El Imposible. USAID 1993.

Según el documento de la WASH No 425, llamado programa de Monitoreo de Aguas Superficiales y Subterráneas en la cuenca entre la barra de Santiago y el imposible, se estima que más del 70 % de la vegetación original (en el área de estudio del documento que pertenece a la Región Hidrográfica C), ha sido eliminada y sustituida por cultivos permanentes.

En la tabla 9 se presentan los usos de suelos mas importantes de la Región.

Tabla 9 Usos de Suelos para la Región Hidrográfica C

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galería	21.53	Granos Básicos	267.55
Bosque de Mangle	21.32	Otros Cultivos Irrigados	11.58
Bosque Siempre Verdes	58.88	Pastos	79.39
Bosque Caducifolio	0.53	Plataneras y Bananeras	7.31
Árboles Frutales	0.1	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	67.22
Caña de Azúcar	32.35	Zonas Pobladas	14.70
Café	110.43		

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.3.4 Suelos.

Según en PLAMDARH, en la Región Hidrográfica C, las zonas de mayor infiltración y mínima escorrentía, se ubican en la zona nor-oriental de la parte alta, constituidas por las montañas de Tacuba, debido a que en su mayoría está constituida por materiales del cuaternario sobre una base terciaria, de lavas andesíticas y basálticas. La zona baja está compuesta por sedimentos aluvionales e intercalaciones de material piroplástico, debido a esto la zona posee también un alto grado de infiltración y mínima escorrentía. Por otro lado la zona media es un área con potencial mínimo de infiltración y máxima escorrentía, esta zona está constituida por sedimentos volcánicos, materiales piroplásticos y corrientes de lavas intercalados, o que le da un grado de impermeabilidad alto.¹⁷

2.3.5 Situación Socio Económica¹⁸.

Según el Informe de Desarrollo Humano: El Salvador 2001, del PNUD, el 44% de la población del Departamento de Ahuachapán se encuentra en condiciones de pobreza extrema, lo que significa que las familias en esa condición carecen de los ingresos mínimos necesarios para cubrir adecuadamente sus necesidades de salud, educación, vivienda, vestuario, alimentación, desarrollo personal y recreativo.

Según el censo realizado por la DIGESTYC en 1992 la población de la Región Hidrográfica C es de 136,044 habitantes de los cuales una gran proporción (84%) viven en zonas rurales.

¹⁷ PLAMDARH 1981

¹⁸ DIGESTYC, Censo de 1992.

Las principales actividades económicas de las familias de la Región “C” giran en torno a la agricultura, la ganadería, la avicultura, y otros servicios como: la albañilería, carpintería, panadería, mecánica (Informe de Desarrollo Humano: El Salvador 2001, del PNUD). El censo de 1992 revela que la PEA ocupada de la Región asciende a 36,839 personas, de esta cantidad el 79% se dedica esencialmente a la agricultura.

2.3.6 Condiciones Sanitarias.

Con respecto a las viviendas que poseen letrinas o servicios sanitarios, el 48.92 % no cuentan con ningún tipo de servicio para la deposición de excretas y el 90.22 % no poseen sistemas de cañerías para aguas negras.

Según los datos del censo de 1992 realizado por la DIGESTYC, la situación de acceso al agua es muy alarmante, solo el 11.55 % de las viviendas tienen servicios de agua potable. El 37 % de las viviendas se abastecen de agua de pozo y un 16.52% se abastece de agua de río. En 1991 el informe de campo de WASH No 354, llamado Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en determinadas cuencas de la Región Sur-Occidental de El Salvador, determinó que todas las aguas de superficie y los pozos analizados en el estudio, están contaminados en gran manera por Coliformes fecales, lo que nos indica que la población de esta zona consume agua con mucha carga bacteriana.

2.3.7 Calidad de Agua

En 1991 una misión de la USAID en su informe de campo WASH N° 354, presentó el documento llamado **“Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en determinadas cuencas de la región sud-occidental de El Salvador”**. En el estudio se evaluó datos sobre la contaminación de las aguas, los suelos y los organismos en la cuenca que desagua en la Barra de Santiago, muestras de sedimentos y organismos de Barra Salada, La Herradura, Jiquilisco y Puerto Parada.

Entre las muestras analizadas se encuentran 19 muestras de aguas superficiales, ubicadas todas dentro de la región hidrográfica C. Los resultados del estudio, muestran que la contaminación fecal es crítica, puesto que todas las aguas superficiales y de pozos estaban contaminadas por Coliformes fecales. También hay que recalcar que se detectó presencia de plaguicidas en algunos ríos, los resultados se presentan en el Anexo 1-J.

En 1993 la USAID en su informe WASH No 425, presenta el documento llamado El Salvador: Programa de Monitoreo de Aguas Superficiales y Subterráneas en la Cuenca entre La Barra de Santiago y El Imposible. En este documento la USAID define un plan de monitoreo para dicha zona, además recopila datos de calidad de agua, investigados por SALVANATURA para 1993. Anexo 1-K

Monitoreo de la calidad del agua del Río San Pedro, Municipio de San Pedro Puxtla. USAID, 2004. En el documento se hace un estudio de la calidad del agua en la cuenca del Río San Pedro, con la información recopilada se definieron los usos de las aguas del río. Los parámetros analizados se encuentran en el anexo 1-L.

2.4 Características Generales de la Región Hidrográfica D - Río Grande de Sonsonate¹⁹.

La Región Hidrográfica D se localiza en la zona occidental del país, en el departamento de Sonsonate. Esta área comprende las cuencas de los Ríos Sensunapán, Banderas, San Pedro y Chimalapa. En su totalidad la Región está localizada en el departamento de Sonsonate, entre las coordenadas 13°31' a 13°54' norte y 89°35' a 89°50' Oeste.

La Región tiene como límites en el extremo norte la cadena volcánica Apaneca-Lamatepec, en el extremo oriental de la cordillera el Bálsamo, por el extremo occidental la divisora de la cuenca del Río Sunzacuapa, y en el extremo sur por el Océano Pacífico.

2.4.1 Geomorfología.

Geomorfológicamente la Región se divide en las unidades siguientes: Complejo Volcánico Santa Ana - Izalco, Planicie Costera de Sonsonate, Cordillera del Bálsamo.

2.4.2 Drenaje.

El drenaje de la Región se efectúa a través de muchos ríos afluentes de los cauces principales; el Sensunapán, Banderas, San Pedro y Chimalapa - Las Marías, los cuales son ríos permanentes.

El Río Sensunapán se origina en las cercanías del cantón San José La Majada, más o menos sobre la cota de 1000 msnm. En su recorrido el Río forma una serie de meandros, pequeñas terrazas y un valle profundo, cerca de su desembocadura; su pendiente es bastante fuerte y en su gran mayoría corre por un cauce profundo y con un lecho permanente.

El Río Banderas nace en las cercanías de la finca Altamira aproximadamente sobre la cota de 1300 msnm, sus principales afluentes son los ríos Chiquihuat, Agua Caliente, Quequesquillo y Tazula, su pendiente es bastante fuerte y su recorrido es en su gran mayoría por lecho permanente y cauce profundo. En la tabla siguiente se presentan los ríos de la Región y sus principales características

Tabla 10 Características Físicas de los Principales Ríos de La Región Hidrográfica D

Cuenca	Río	Longitud (km)	Área (km ²)	Nº de Orden	Tipo de Drenaje
Banderas	Banderas- Ceniza	42	429	5	Dendrítico- Paralelo
Sensunapán	Sensunapán o Grande de Sonsonate	34	219.3	3	Dendrítico
San Pedro	San Pedro	29	103.8	3	Dendrítico
El Venado	El Venado	10	15	1	Paralelo
Las Marías	Las Marías	14	18	2	Paralelo
Huiscoyol	Huiscoyol	9	15	2	Paralelo
Chimalapa	Chimalapa	17	42	3	Dendrítico- Paralelo

PLAMDARH 1981

El Río San Pedro nace en la cercanía de Salcuatitán en el cantón El Matasano, sus principales afluentes son: El Río Santo Domingo, Aragón, La Barranca y el Coyol. Entre las cuencas del Sensunapán y Banderas existe una cuña con ríos de corto recorrido como son el Chimalapa, Las Marías, El Venado.

2.4.3 Usos del Suelo.

Según el PLAMDARH, en la Región Hidrográfica D, se encuentra la zona con mayor tradición de agricultura con regadíos del país, el estudio indica que existen suelos con aptitud para el riego (Clase I, II, III, IV), aunque una buena cantidad de suelos fueron clasificada como no apta para riego (Clase VI) tomando en cuenta su tipo de suelo, topografía y drenaje, o que por sus características o condiciones no permiten ser regadas de forma económicamente factible.

En la siguiente tabla se presenta el uso de suelo actual, los datos indican que las tierras agrícolas en su mayoría son utilizadas para el cultivo del café (tierras de Clase VI), granos básicos y caña de azúcar.

Tabla 11 Usos de Suelos Para la Región Hidrográfica D

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galería	14.1	Granos Básicos	116.07
Bosque de Mangle	0.09	Otros Cultivos irrigados	58.75
Bosque Siempre Verdes	7.12	Pastos	91.83
Árboles Frutales	22.36	plataneras y bananeras	2.62
Caña de Azúcar	41.39	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	41.19
Café	247.67	Zonas pobladas	27.76

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.4.4 Drenaje.

La Región se divide en tres zonas. La zona alta constituida en su mayor parte por el complejo volcánico Santa Ana- Izalco, estos suelos poseen materiales que facilitan la infiltración y que representan la zona de recarga de la Región.

La zona media está formada por una especie de garganta limitada al este y oeste por materiales pertenecientes al terciario cuya permeabilidad es nula, en esta región los ríos obtienen sus máximos rendimientos.

La zona baja al sur, está constituida por sedimentos aluvionales con una gran capacidad de infiltración.

En general en la Región drenan 6 ríos principales de los cuales el Río Banderas tiene la mayor cantidad de afluentes, así como el mayor caudal y área²⁰.

2.4.5 Situación Socio Económica²¹.

Los datos de población de la Región Hidrográfica D, fueron obtenidos del censo realizado por la DIGESTYC en 1992. Según este censo la población de la cuenca asciende a 331,898 habitantes, de esta cantidad 200,117 habitantes (60.29 %) viven en zonas rurales.

Por otra parte la PEA ocupada de los municipios que conforman esta Región, corresponde a 98,164 personas, de esta cantidad el 42.62 % se dedica a la agricultura, (en su mayoría siembran granos básicos, café y azúcar).

2.4.6 Condiciones Sanitarias.

El problema de salubridad es de tomarlo muy en cuenta. Los datos revelan que de las 67,825 viviendas que se encuentran dentro de la Región, el 19.33 % no posee servicios sanitarios o letrinas y el 68.88 % no poseen sistema de tuberías para desagüe de aguas negras. Con respecto a la disposición del agua, el 36.93 % tiene acceso al agua por cañería el 27.41 % dispone de agua de pozo y el 6.57 % dispone de agua de algún río.

Considerando las viviendas que poseen servicio de agua por cañería y las que se abastecen de agua de pozo como viviendas con fácil acceso al agua, podemos decir que el 35.67 % de las viviendas no tienen facilidad al uso del agua, por lo que no poseen un buen nivel de salubridad.

2.5 Características Generales de la Región Hidrográfica E - Comalapa-Mandinga²².

La Región comprende las pequeñas cuencas situadas entre la cordillera el Bálsamo y la costa del Océano Pacífico, en los departamentos de Sonsonate, San Salvador, La Libertad y La Paz. Los límites este y oeste son las regiones D y F y el área total es de 1,146.6 km².

Geográficamente la Región se ubica entre las coordenadas 13°30' y 13°40' latitud norte y 89°03' y 89°43' longitud oeste. Los límites naturales son: al norte el parte aguas de la cuenca del Río Lempa (cordillera el bálsamo), destacándose los cerros del Peñón, Candelaria, Amayón, Las conchas y Potrerón; al sur el Océano Pacífico, siendo algunos de sus accidentes geográficos la Barra Salada, el Estero de San Diego, Toluca y Las Bocanitas, las Bocana de La Perla Y Río Jiboa Y las playas del Majahual, Conchalío, Las Hojas y Zunganera así como el antiguo complejo portuario de La Libertad. Al poniente, el límite lo constituyen el parte aguas de los ríos banderas y Tazulate y al oriente el parte aguas de la cuenca del río Jiboa.

2.5.1 Geomorfología y Drenaje.

²⁰ PLAMDARH 1981

²¹ DIGESTYC, Censo de 1992.

²² PLAMDARH 1981

La Región se divide en las unidades siguientes: montañas del Bálsamo, llanura costera del Río Jiboa, llanura costera de Sonsonate, región de esteros de la Barra Salada y manglares.

2.5.2 Drenaje.

El drenaje de toda la Región se verifica a través de ríos de recorrido medio, que nacen en su mayoría en las faldas de las montañas del Bálsamo. El drenaje en la zona montañosa es en su mayor parte del recorrido de tipo dendrítico, con un ángulo de llegada de los afluentes menor de 90° como producto de la dureza del material que constituye la base del recorrido. En la zona baja el drenaje es paralelo y en el área este, se torna un poco caprichoso, debido a la consistencia del material aluvial por el cual corren.

Los ríos de la Región tienen una longitud promedio de 23 km, con una pendiente media del 34 % y una elevación promedio de 544 msnm. Las características físicas de los principales ríos se presentan en la tabla 12.

2.5.3 Usos del Suelo.

Los cultivos que más predominan son los granos básicos, estos están dispersos en toda el área de la región. En la parte alta, siguiendo la línea divisoria de la Región, el cultivo que predomina es el café, y en la parte baja más que todo en la cuenca baja del Río Comalapa y en el borde que limita con la cuenca del Grande de Sonsonate (cuenca del Río Mandinga), el cultivo que predomina es la caña de azúcar²³. En la tabla 13 se presentan los usos más importantes del suelo en la Región.

Tabla 13 Características Físicas de los Principales Ríos de La Región Hidrográfica E

Cuencas	Nombre del Río	Longitud del Cauce (km)	Área (km ²)	No de Orden	Tipo de Drenaje
Mandinga	Mandinga	12	46.5	3	Dendrítico
Pululuya	Pululuya	19	52.3	3	Dendrítico
Apancoyo	Apancoyo	21	91	3	Dendrítico
Acachapa	Acachapa	25	92	3	Dendrítico
Sihuapilapa	Sihuapilapa	10	12.6	1	Dendrítico
Mizata	Mizata	21	31.5	3	Dendrítico
La Perla	La Perla	21	84.7	3	Dendrítico
Chutia	Chutia	8	10.5	2	Dendrítico - Paralelo
Sunzal	Sunzal	19	49.1	3	Dendrítico
Majagual	Majagual	12	28.5	2	Dendrítico
Comasagua	Comasagua	20	78.3	2	Dendrítico
Chilama	Chilama	25	76.5	4	Dendrítico
Amayo	Amayo	16	48	2	Dendrítico
Aquiquisquillo	Aquiquisquillo	20	30	3	Dendrítico
Huiza	Huiza	27	146	3	Dendrítico
Tihuapa	Tihuapa	25	94.9	4	Dendrítico

PLAMDARH 1981

²³ Mapa de usos de suelos

2.5.4 Hidrografía.

La Región E, se divide en dos zonas, la zona alta y la zona baja. La zona alta está constituida especialmente por las montañas del bálsamo, esta zona posee en su mayoría materiales impermeables del terciario cretácico, lo que permite una alta escorrentía durante la estación lluviosa y la desaparición casi total de esta durante la estación seca.

La zona baja (casi un 5% del área), se encuentra en la zona de planicie. Muchos ríos tienden a desaparecer a medida transcurre la época seca. La zona baja está constituida por sedimentos aluviales, esta zona se puede considerar de bajo potencial de escorrentía y un máximo poder de infiltración. La zona está prácticamente limitada por la carretera del Litoral²⁴.

Tabla 14 Usos de Suelos Para la Región Hidrográfica E

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galería	17.79	Café	286.69
Bosque de Mangle	5.76	Granos Básicos	313.34
Bosque Siempre Verdes	2.79	Otros Cultivos irrigados	7.06
Bosques mixtos semi caducifoleos	61.29	Pastos	106.12
Bosque Caducifolio	41.39	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	102.47
Árboles Frutales	3.69	Zonas Pobladas	22.55
Caña de Azúcar	52.05		

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.5.6 Características Socio Económicas.²⁵

La Región Hidrográfica abarca 4 departamentos los cuales son: Sonsonate, La Libertad, San Salvador y La Paz. Son 20 municipios los que se encuentran dentro de la Región Hidrográfica E (Mandinga - Comalapa). La población haciende a 273,180 habitantes. En total 178,001 habitantes pertenecen a la zona rural y 95,179 pertenecen a la zona Urbana, esto equivale al 35% y 65% respectivamente.

La Población Económicamente Activa (PEA) ocupada en la Región hidrográfica es de 92,395 personas, que comprende el 33.88% de la población de la misma área. Una buena parte de la población se dedica a la agricultura, la PEA ocupada agrícola, consta de 34,250 personas, que corresponde a un 40 % de la PEA ocupada. Ver anexo B5.

²⁴ PLAMDARH 1981

²⁵ DIGESTYC, Censo de 1992.

2.5.7 Condiciones Sanitarias.

La situación de la disposición final de las excretas en los municipios que pertenecen a la Región, constituye una situación de críticas dimensiones, debido a que existen 15,933 viviendas que equivalen al 73.28 %, que no cuentan con un lugar adecuado para realizar sus necesidades fisiológicas, constituyéndose en focos de contaminación. Otro grave problema que afecta los municipios del área de estudio, es la evacuación final de las aguas residuales contaminantes, ya que existen 45,972 viviendas que equivalen al 77.03% del total, que no cuentan con sistema de alcantarillado. El abastecimiento de agua en condiciones mínimas de potabilidad para uso y consumo doméstico, alcanza a cubrirse en un 30.70%, equivalentes a 18,371 viviendas.

2.5.8. Calidad de Agua

Esta Región carece de estudios recientes, los únicos estudios encontrados corresponden al PLAMDARH y al documento elaborado por el Servicio Hidrológico Nacional llamado “Estudio preliminar sobre la contaminación de las aguas marino costeras de El Salvador (1980)”. La zona de estudio se localizó a lo largo de toda la línea costera, en un tramo de aproximadamente 200 km, comprendido entre la desembocadura o bocana del Río Paz (13°45’ Lat. norte, 90°08’ longitud W), en la parte occidental y la Bahía de Jiquilisco (13°11’ Lat. N., 88°32’ lon. W). Algunos resultados se presentan en el anexo 1-M.

2.6 Características Generales de la Región Hidrográfica F - Cuenca del Río Jiboa²⁶.

La Región Hidrográfica F, está constituida por la vertiente costera, desde el estero del Río Guayabo en el extremo oriental hasta las divisorias de aguas entre las cuencas de los Ríos Comalapa y Tihuapa en el extremo occidental. El límite norte es la divisoria entre las aguas que drenan al Lago de Ilopango y al Río Jiboa y las que drenan al Río Lempa.

La Región está ubicada en la parte central de la franja sur del territorio de El Salvador en los departamentos de La Paz y San Vicente, comprendiendo también pequeñas zonas entre los departamentos de San Salvador y Cuscatlán. Ocupa una superficie de 1,717.1 km² aproximadamente, de la cual 224.7 km² corresponden al Lago de Ilopango y su cuenca.

La sub cuenca del Lago de Ilopango, aunque constituye una unidad geográfica e hidrológica muy independiente, está conectada a la del Río Jiboa por medio del Río El Desagüe.

²⁶ PLAMDARH 1981

2.6.1 Geomorfología.

En el área se distinguen las siguientes unidades geológicas: La cordillera del Bálsamo, La Planicie Costera, La depresión del Lago de Ilopango y El Complejo Volcánico de San Vicente.

2.6.2 Drenaje.

Debido a la presencia de la cadena costera y en especial la del volcán de San Vicente, el drenaje tomó una forma radial en la parte alta de la zona; sin embargo aguas abajo de la carretera del litoral el drenaje forma una dirección de norte a sur, paralela a los Ríos Jiboa y Lempa. Los cauces de la zona pueden considerarse como de cuarto orden, sus longitudes oscilan entre 50 y 42 km. La mayoría de los ríos se desbordan durante la época lluviosa, depositando gran cantidad de sedimentos en las áreas cercanas y durante la época seca se pierden por infiltración debido a la permeabilidad y la baja pendiente de la zona, existiendo por lo tanto un aporte del agua superficial a los mantos subterráneos.

La ramificación de los drenajes llegan a los cauces en ángulo menor que el recto, dando lugar a un diseño dendrítico en zonas de alto relieve, lo que permite el origen de valles y desarrollo de ríos con erosión remontante.

Tabla 15 Características Físicas de los Principales Ríos de La Región Hidrográfica F.

Cuenca	Área (km ²)	Longitud (km)
Jiboa	604.87	58.75
Comapa	66.11	14.84
Jalponga	222.22	25.88
San Antonio y Guayabo	398.27	17.47

SIG- SNET

2.6.3 Usos del suelo.

La aptitud de los suelos al oeste de la Región es primordialmente suelos agrícolas adecuados para el cultivo permanente. Hay presencia de pequeños parches de suelos sin limitaciones para cualquier tipo de cultivo, estos parches se localizan a lo largo de las planicies aluviales y las estribaciones de la cadena costera y cadena volcánica reciente. En la porción de la Sierra del Bálsamo que se localiza en la Región se observan problemas de erosión.²⁷

En la siguiente tabla se presentan los usos del suelo para la cuenca del Río Jiboa y el Estero de Jaltepeque.

²⁷ Diagnóstico De La Calidad De Agua En Época Seca En El Canal Principal Del Río Jiboa Y Propuesta De Mitigación De Fuentes Contaminantes, En Una Zona Crítica, Tesis, UES 2005.

Tabla 16 Usos de Suelos Para la Región Hidrográfica F

Uso de Suelos (Jiboa)	Km ²	Uso de Suelos (Estero de Jaltepeque)	Km ²
Bosque de Galería	0.61	Bosque de Galería	14.5
Bosque de Mangle	2.64	Bosque de Mangle	63.23
Bosque Siempre Verdes	3.27	Bosque Siempre Verdes	23.3
Bosques Mixtos Semi Caducifolios	10.57	Bosques Mixtos Semi Caducifoleos	25.65
Bosque Caducifolio	11.38	Bosque Caducifolio	11.02
Árboles Frutales	0.14	Árboles Frutales	0.38
Caña de Azúcar	61.15	Caña de Azúcar	146.23
Café	127.45	Café	24.74
Granos Básicos	102.42	Granos Básicos	204
Pastos	15.63	Otros Cultivos Irrigados	15.49
Plataneras Y Bananeras	0.18	Pastos	102.92
Cultivos Anuales Asociados Con Cultivos	98.41	Cultivos Anuales Asociados Con Cultivos	64.05
Zonas Pobladas	26.64	Zonas Pobladas	25.29

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.6.4 Hidrografía.²⁸

La Región puede dividirse en tres zonas: 1) La zona del volcán de San Vicente con grandes pendientes y suelos de gran permeabilidad, así como una cobertura vegetal bastante buena, lo que reduce en gran medida la escorrentía superficial y aumenta la infiltración, 2) La planicie propiamente dicha, donde los terrenos son de poca pendiente y gran permeabilidad puesto que un gran porcentaje son aluviones, condiciones en que la escorrentía superficial es casi nula, existiendo en su lugar una gran escorrentía subterránea y 3) La zona comprendida entre los volcanes y la planicie en donde los terrenos poseen pendientes medias, así como suelos de baja permeabilidad (lavas terciarias), lo que es un medio propicio para la escorrentía superficial.

Algunos ríos de la Región corren en la época seca, producto del agua subterránea. La mayoría de los ríos de la Región no llegan a desembocar en el océano debido a que desaparecen al entrar en las zonas planas, esto se debe a la gran permeabilidad que presentan los suelos en la zona. El río mas caudaloso es el Jiboa. Un total de 18 ríos drenan en la Región, de los cuales 7 desembocan en el mar.

2.6.5 Características Socio Económicas.²⁹

En la Región Hidrográfica F, la población total asciende a 790,065 habitantes de los cuales 404,602 viven en zonas rurales, representando esto el 51.21 % de la población total. La mayoría de la población se encuentra asentada dentro de la cuenca del Río Jiboa.

²⁸ PLAMDARH 1981.

²⁹ Datos obtenidos del censo elaborado por la DIGESTYC en 1992.

La PEA ocupada que vive en la cuenca se dedica en su mayoría a trabajar en algún tipo de industria (29 %).

2.6.6 Condiciones Sanitarias.

En el censo poblacional de 1992 las viviendas censadas en esta Región fueron 199,311 de las cuales solo un 11.5 % no poseen un servicio sanitario adecuado y el 49.69 % no poseen un sistema de cañerías. De las viviendas censadas, el 55.42 % poseen servicio de agua potable por cañería y el 23.18 % se abastecen de agua de pozo.

2.6.7 Calidad de Agua

“Desarrollo agrícola integrado de la cuenca del Río Jiboa en la República de El Salvador”. MAG – JICA.1997. En el documento se presenta información sobre calidad de agua, realizada por el laboratorio del MAG. Los resultados revelaron la presencia de Boro en concentraciones arriba de las normas para riego según la FAO. Resultados en anexo 1-N.

“Diagnostico de la calidad de agua en época seca en el canal principal del Río Jiboa y propuesta de mitigación de fuentes contaminantes, en una zona crítica”. Tesis UES, 2005. En la tesis mencionada, se hace un estudio de la calidad del agua del Río Jiboa sobre 8 puntos a lo largo del canal principal del mismo. Como parte de los resultados se encuentra que la calidad del río se ve seriamente afectada por los sedimentos que generan las areneras y el sedimento que transporta el Río El Desagüe. Anexo 1-O.

2.7 Descripción General de la Región Hidrográfica G – Bahía de Jiquilisco³⁰.

La Región Hidrográfica G se encuentra ubicada en la zona oriental de la república de El Salvador en el departamento de Usulután, entre los paralelos 13°10' y 13°30' y los meridianos 88°48.8' y 88°21.3'.

La Región limita al norte con la región de la cuenca del Río Lempa, por medio del volcán Tecapa y el cerro El Tigre, al oriente el parte de aguas de la cuenca del Río Grande de San Miguel, al sur con el Océano Pacífico y al poniente con el Río Lempa; su topografía es bastante uniforme, estando la mayor parte de su superficie comprendida entre el nivel del mar y los 100 msnm, en la parte norte existen una serie de elevaciones importantes tales como la Loma de San Juan, en el volcán de Tecapa de 1,593.9 msnm, las del cerro el Tigre de 1,645 msnm y el volcán de Usulután de 1,450.3 msnm.

Las principales poblaciones que se encuentran dentro de la Región son: Usulután, Jiquilisco, El triunfo, Ozatlán y Santiago de María.

³⁰ PLAMDARH 1981

2.7.1 Geomorfología.

El área de la Región tiene aproximadamente la forma de un cono truncado con su base mayor coincidiendo con la costa del Océano Pacífico. Los elementos morfológicos predominantes son los volcanes de Tecapa y Usulután, los cerros El tigre y el Taburete. En la Región se distinguen cuatro unidades geomorfológicas: La región de la Bahía de Jiquilisco, el delta del Río Lempa, la planicie costera de Usulután y la cadena montañosa de Tecapa Usulután.

2.7.2 Drenaje.

La Región drena hacia la bahía por los ríos siguientes: El Molino, La Cañada, El Bebedero, San Lázaro, El Roquinte, El Potrero y El Eje, que son ríos con cauces principales de 10 km de recorrido y 23 km de cauce más largo.

Partiendo de la parte mas elevada de la Región y siguiendo por los cauces principales, se encuentra que las ramificaciones de los cauces llegan en ángulos agudos y se desarrollan por laderas bastante pronunciadas, dando lugar a un drenaje “Dendrítico” en zonas de alto relieve que permiten la incisión profunda, originando valles y desarrollando ríos con erosión remontante; en la zona de la planicie existen pendientes menores del 2 %, las que aumentan considerablemente al norte de la carretera el litoral.

Debido a la presencia de la cadena montañosa y en especial del volcán de Usulután, el drenaje toma una forma radial en la zona alta de la Región; sin embargo aguas abajo de la carretera del litoral, el drenaje opta una dirección norte-sur paralela al Río Lempa La gran mayoría de los ríos existentes son efímeros, infiltrándose en la zona baja de la planicie debido a la gran permeabilidad y baja pendiente de la zona.

Tabla 17 Características Físicas de los Principales Ríos de La Región Hidrográfica G

Cuenca	Área (km ²)	Longitud (km)	Tipo de Drenaje
El Espino-Los Lagartos	151	12	Diseño de Enrejado
Potrero	70.4	26	Dendrítico
El Bebedero	11.1	8	Dendrítico
San Lázaro	53.5	18	Dendrítico
Los Limones-San Juan de los Reales	37.5	5	Dendrítico
Roquinte	3.6	4	Dendrítico
El Paso- Siberia	59.2	11	Dendrítico
El Tercio o El Coyol	125.9	16	Dendrítico Radial
Río La Carrera	26	6	Paralelo
Río La Poza	58	18	Dendrítico
San Dionisio	10.9	4	Caprichoso
Río El Molino	53.5	18	Dendrítico Radial
Zona Estero	43.5	2	Caprichoso

PLAMDARH 1981

2.7.3 Usos del Suelo.

En la actualidad el cultivo de algodón no es parte de las actividades agrícolas de esta región y los cultivos de granos básicos y la caña de azúcar ocupan un área de 115.27 y 78.14 km² respectivamente. En la tabla 18 se muestra los usos del suelo de la Región Hidrográfica G.

Tabla 18 Usos de Suelos Para la Región Hidrográfica G

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galería	4.73	Café	99.2
Bosque de Mangle	83.92	Granos Básicos	115.27
Bosque Siempre Verdes	21.78	Otros Cultivos irrigados	4.38
Bosques mixtos semi caducifoleos	3.2	Pastos	71.57
Árboles Frutales	5.78	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	29.37
Caña de Azúcar	78.14	Zonas pobladas	26.3

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

En el PLAMDARH se determinó que los suelos con posibilidades de riego se encuentran en la zona costera de la Región , con la mayor extensión al sur de la carretera El Litoral, la clasificación de los suelos según su aptitud para riego fue catalogada buena en su mayor parte (77.7%).

2.7.4 Hidrografía.

La zona del volcán de Usulután – Tecapán, es un área de gran pendiente y suelos de alta permeabilidad. Las condiciones de la zona no favorecen la escorrentía superficial y por otro lado aumenta la infiltración.

La zona de la llanura de Usulután posee pendientes medias y suelos de mediana permeabilidad, la zona favorece la escorrentía superficial y se evidencia en los ríos permanentes de la Región como El Molino, El Potrero, San Lázaro.

La zona de la Bahía de Jiquilisco, posee pendientes suaves, suelos sumamente permeables y está constituida en su mayoría por sedimentos aluvionales y marinos, estas característica permiten la infiltración, provocando la pérdida de muchos cauces.

Según el Balance Hídrico de El Salvador (SNET 2005) los ríos de mayor importancia son El Espino (influenciado por el Río Lempa), los ríos El Quebrado y El Molino (segundo y tercero en importancia), poseen un área de recarga de condiciones excelentes como son el cerro de Tecapán y el volcán de Usulután.

2.7.5 Características Socioeconómicas.³¹

La población asciende a 145,560 habitantes, de esta población 91,785 habitantes (correspondientes al 63 % de la población total), viven en zonas rurales, La PEA ocupada es de 69,024 personas, de esta cantidad el 44.9 % se dedica en su totalidad a la agricultura y un 15.64 % labora en industrias (entre ellas curtiembres, granjas y mataderos).

2.7.6 Condiciones Sanitarias.

Las condiciones de pobreza son altas, Usulután que pertenece a esta Región posee uno de los índices de pobreza más altos en comparación de otros departamentos; aunado a esta situación, las condiciones de servicios básicos y salubridad no son buenas. Los datos del censo revelan que de las 39,307 viviendas que se encuentran dentro de la Región, solo el 25.32 % poseen servicio de agua por cañería, el 60 % disponen de agua de pozo y el 4.38 % tiene que usar agua de algún río.

2.8 Características Generales de la Región Hidrográfica H - Cuenca del Río Grande de San Miguel.

Su área de captación es de 2,247 km², localizada en los departamentos de San Miguel, Morazán y Usulután.³²

Geográficamente la Región se ubica entre las coordenadas 13°13' a 13°48' latitud norte y 87°57' a 88°25' longitud oeste. El límite natural de la Región lo constituyen: al norte las cordilleras de Cacahuatique-Corobán, cuya altura máxima es de 1,630 msnm, destacándose los cerros de La Campana, Borroñosa, Cacahuatique, Las Puntas, etc. Al sur está limitada por una pequeña zona de la Bahía de Jiquilisco, área en donde desagua al mar y por las colinas de Jucuarán: al oeste por la cuenca del Río Lempa, pasando por los volcanes de San Miguel, Usulután, Cerro El Tigre y Laguna Seca El Pacayal, al este por la cuenca del Río Goascorán con los cerros Ventarrón, Yayantique, Juana Pancha y El Arco³³.

2.8.1 Geomorfología.³⁴

Geomorfológicamente la Región se divide en las unidades siguientes: Volcán de Tecapa y San Miguel, Volcán de Cacahuatique y montañas antepuestas, Montañas de Jucuarán, Cuenca del curso medio del Río Grande de San Miguel, Cuenca de Olomega, Llanuras de San Miguel, La unión y Santa Rosa de Lima, Llanura costera de Usulután, Terrenos de esteros y manglares.

2.8.2 Drenaje.

El drenaje de la Región se realiza a través de varios ríos afluentes al Grande de San Miguel, este nace cerca del cantón Joya Grande, en una elevación de 600 msnm con el

³¹ Datos obtenidos del censo elaborado por la DIGESTYC en 1992.

³² Estudio de Control Integral de Crecidas en el Río Grande de San Miguel en El Salvador. JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) 1997

³³ PLAMDARH 1981

³⁴ PLAMDARH 1981

nombre de Agua Zarca. El drenaje en términos generales, se puede considerar como de tipo dendrítico, aunque existen áreas con drenaje radial, especialmente en la zona del volcán de San Miguel y Usulután.

En la cuenca del Río Grande de San Miguel, la longitud del cauce más largo es de 137 km, la pendiente media es del 12.5 % y la elevación media es de 279.6 msnm.

La cuenca del Río Grande de San Miguel se puede dividir en tres zonas: alta, media y baja.

Cuenca alta: Está constituida por el área comprendida entre la región montañosa de Cacahuatique y la carretera panamericana, cerca de la ciudad de San Miguel. El drenaje es de tipo dendrítico, con cauces profundos y definidos con secciones transversales en forma de V, lo que demuestra la dureza del material sobre el cual corren.

Cuenca Media. Esta cuenca está comprendida entre la ciudad de San Miguel y la estación de aforo Vado Marín, en esta zona el drenaje es de tipo radial en la parte del volcán de San Miguel y un tanto caprichoso en algunas zonas del Río Grande en que los cauces son de corto recorrido y la mayoría de ellos se pierden en su camino hacia el cauce principal.

Cuenca Baja. Es la zona de la desembocadura del Río Grande en donde el drenaje es un tanto caprichoso, tendiendo a mantenerse apegado a los materiales antiguos, además debido al acarreo de sedimentos el Río se desborda en los meses de la estación lluviosa.

Tabla 19 Características de los ríos de la Región Hidrográfica H.

Cuenca	Río	Longitud (km)	Área (km ²)	No de Orden	Tipo de Drenaje
Cuenca Alta del Grande San Miguel	Villerías	29	225.7	3	Dendrítico
	Las Cañas	27	137.1	4	Dendrítico
	San Esteban	18	83.2	2	Dendrítico
	San Diego	13	47.3	2	Dendrítico
	San Francisco	26.5	108.6	2	Dendrítico
	Seco	36	317	4	Dendrítico
	Yamabal	20	57.2	2	Dendrítico
	Taisihuat	21	97.9	2	Dendrítico
Cuenca Media del Grande de San Miguel	La Presa	13	56.3	2	Radial-Dendrítico
	El Papalón	10	60	2	Dendrítico
	Huiscoyol	14	49	2	Dendrítico
	Desagüe- Laguna San Juan	15	---	--	
	San Antonio	19	161.5	3	Dendrítico
	Hoja de Sal	18.5	39.3	1	Dendrítico
	Brazo del grande de San Miguel	12	24	1	radial-dendrítico

Cuenca	Río	Longitud (km)	Área (km ²)	No de Orden	Tipo de Drenaje
Cuenca Baja del Grande de San Miguel	Ereguayquín	20	133.3	3	radial-dendrítico
	Zope	16	69.3	3	radial-dendrítico

PLAMDARH 1981

2.8.3 Usos del Suelo.

Según el Estudio de Control Integral de Crecidas en el Río Grande de San Miguel en El Salvador, realizado por el JICA³⁵, en esta cuenca la tierra ha sido desarrollada completamente, pues se estimó que el uso de suelo agrícola era del 81 % del total del área de la cuenca, que es un porcentaje mayor al promedio nacional (77%). En el estudio se estima que más de la mitad del Área de la cuenca no es recomendable para el cultivo (Clase VII y VIII). Las áreas de inundación existentes en la cuenca son 14,978 ha, que corresponden al 6.7 % de la misma. De la tierra cultivable, el 13.5 % está distribuida sobre esta área. En la tabla 20 se presentan los principales usos de la tierra para la cuenca del Río Grande de San Miguel.

Tabla 20 Usos de Suelos Para la Región Hidrográfica H

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galería	21.32	Café	144.69
Bosque de Mangle	52.25	Granos Básicos	333.86
Bosque Siempre Verdes	13.13	Hortalizas	0.04
Bosques mixtos Semi Caducifoleos	160.11	Otros Cultivos irrigados	4.38
Bosque Caducifolio	26.44	Pastos	359.02
Árboles Frutales	10.21	Cultivos Anuales Asociados	55.94
Caña de Azúcar	64.55	Zonas pobladas	75.34

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.8.4 Hidrografía.

La zona alta está formada por materiales impermeables, lo que produce una alta escorrentía durante la estación lluviosa, y una disminución considerable de caudales en la estación seca.

La zona media está constituida por materiales aluviales depositados y en parte por las faldas del volcán de San Miguel, en esta zona se nota un incremento en el caudal, así como una constancia de los mismos durante la estación seca.

³⁵ JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) 1997.

En la zona baja el Río tiene poca pendiente, lo que permite su desbordamiento, la superficie del nivel freático contribuye enormemente a mantener la zona saturada. En esta área se tiene pues el máximo rendimiento de la cuenca, siendo además una de las regiones más ricas en agua subterránea en todo el país³⁶.

2.8.5 Situación Socio Económica.³⁷

La población de la cuenca asciende a 497,703 habitantes, de los cuales el 68% viven en zonas rurales.

En la Región Hidrográfica H, la PEA ocupada en 1992 era de 152,580 y el sector que presenta mayor ocupación es la agricultura con un 48.80 % de la PEA ocupada, el segundo rubro de importancia es la industria con una PEA ocupada de 13.90% (anexo B8). En el estudio “Control Integral de Crecidas en el Río Grande de San Miguel en la República de El Salvador” elaborado por JICA se estima que el PIB de San Miguel para 1993 era de 2,340 colones, este PIB era mucho menor que el PIB a nivel nacional, el JICA atribuía esto a la baja productividad por el uso inapropiado del suelo y por las inundaciones del área.

2.8.6 Condiciones Sanitarias

Con respecto a las condiciones sanitarias, la mayoría de viviendas cuentan con un sitio adecuado para deposición de excretas (79.59%) sin embargo pocas poseen un sistema de alcantarillado para aguas negras (29.85% de las viviendas). Con respecto a la disposición del agua, el 30.90% de las viviendas cuentan con un servicio de agua por cañería, la mayoría de la población consume agua de pozo (49.54%) y un 5.31 % de las familias se provee de agua de río.

2.8.7 Calidad de Agua

“Estudio de la calidad del agua en el Río Grande de San Miguel”. El estudio presenta datos de calidad de agua para cuatro puntos de muestreos ubicados cerca de los efluentes que mas aportan carga contaminante al Río. Anexo 1-P.

“Estudio de control integral de crecidas en el Río Grande de San Miguel en El Salvador”. JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) 1997. En el documento se hace un estudio de las características de la cuenca del Río Grande de San Miguel. Aunque el objetivo no era evaluar la calidad del agua del río, se presentan análisis fisicoquímicos realizados aguas arriba y aguas abajo de la ciudad de San Miguel. Anexo 1-Q.

³⁶ PLAMDARH 1981

³⁷ Datos obtenidos del censo elaborado por la DIGESTYC en 1992.

2.9 Características Generales de la Región Hidrográfica I - Cuenca del Río Sirama³⁸.

La Región Hidrográfica I, Comprende las pequeñas cuencas entre las montañas del Jucuarán-Conchagua y la costa del Pacífico con un área de 803.7 km², localizada entre los departamentos de San Miguel y La Unión.

Geográficamente la Región se ubica entre las coordenadas 13°09' y 13°27' latitud norte y 87°47' y 88°20'. El límite natural de la Región está constituido en el norte por el parte de aguas de las cuencas de los ríos Grande de San Miguel y Sirama, destacándose los cerros de La Misión, Madre Cacao, Nariz del Diablo, El Quebradero y Juana Pancha, al sur por el Océano Pacífico, al costado este por la bahía de La Unión y al oeste por la bocana de La Chepona.

2.9.1 Geomorfología.

Geomorfológicamente la Región se divide en las unidades siguientes: Volcán de Conchagua, Montañas de Jucuarán, Terrenos costeros alrededor de Fonseca, Llanura alrededor de La Unión, Zona de Manglares.

2.9.2 Drenaje.

El drenaje de la Región se realiza a través de pequeños ríos con recorridos de 3 a 10 km, que en su mayoría nacen en la montaña de Jucuarán y el Volcán de Conchagua.

En la zona de las montañas de Jucuarán, el drenaje es de tipo dendrítico hasta el curso medio de los ríos y luego se convierte en paralelo. Los ríos en esta zona tienen una longitud promedio de 8.8 km, una pendiente media de 3.5 % y una elevación media de 100 msnm.

En la zona del volcán de Conchagua, el drenaje es de tipo radial, los ríos son de corto recorrido con una longitud promedio de 3 km, una pendiente media de 33.3 % y una elevación media de 500 msnm.

En la tabla 21 se presentan las características físicas de los ríos pertenecientes a la Región I.

2.9.3 Usos del Suelo.

En el departamento de La Unión, son 207,434 hectáreas de suelos que tienen capacidad agrícola; de estos el 5.6 % de los suelos son aptos para agricultura intensiva, y el 22.6 % son aptos para cultivos permanentes o pastos; la suma hace un total de 28.2 % de tierras disponibles para fines agropecuarios en el departamento.³⁹

³⁸ PLAMDARH 1981

³⁹ CENTA 1995

Tabla 21 Características Físicas de los Principales Ríos de La Región Hidrográfica I.

Río	Longitud (km)	Área (km ²)	No. de Orden	Tipo de Drenaje
El Convento	8	9.96	2	Dendrítico
El Amatillo	3	1.8	1	Paralelo
El Seco	7	16.6	2	Dendrítico-paralelo
El Emboque	8	28.8	4	Dendrítico
San Ramón	12	46	5	Dendrítico
El Encantado	6	27	3	Dendrítico
Managuara	14	62.2	3	Dendrítico
El Limón	9	33	2	Dendrítico
El Nacimiento	10	56.9	5	Dendrítico
Jocote	6	9	2	Dendrítico

PLAMDARH 1881

En la tabla 22 se presentan los usos principales del suelo para la Región Hidrográfica I, esta Región comprende en su mayoría la parte baja del departamento de La Unión.

Uso de suelos	Km ²	Uso de suelos	Km ²
Bosque de Galería	3.21	Café	5.76
Bosque de Mangle	40.41	Granos Básicos	102.62
Bosque Siempre Verdes	5.25	Hortalizas	0.08
Bosques Mixtos Semi Caducifoleos	279.16	Otros Cultivos irrigados	0.13
Bosque Caducifolio	87.71	Pastos	182.43
Árboles Frutales	3.66	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	1.89
Caña de Azúcar	3.28	Zonas pobladas	19.45

Tabla 22 Principales usos de suelos en la cuenca del Río Sirama

Proyecto Sherpa 2003 (SNET - SIG).

2.9.4 Hidrografía.⁴⁰

La zona alta, constituida por las montañas de Jucuarán, y el Volcán de Conchagua en el área de la Bahía, está constituida por materiales impermeables en su gran mayoría, lo que permite una gran escorrentía en la estación lluviosa y la desaparición casi total de la escorrentía en la época seca.

En la zona baja los ríos también tienden a desaparecer debido al poco volumen almacenado en la zona alta de la recarga de la Región.

⁴⁰ PLAMDARH 1981

2.9.5 Situación Socioeconómica.⁴¹

Con respecto a la situación de pobreza, el 46 % de la población rural en el departamento de la Unión es pobre, y el 19 % es extremadamente pobre, esto de acuerdo con el índice de pobreza. La dirección de información del Ministerio de Economía (1996) destaca que en este departamento el 33.22 % de la población es pobre, el 35.94 % es extremadamente pobre y un 30.84 % no lo es.⁴²

Los municipios de Conchagua, Pasaquina y San Alejo son los que poseen mayor población rural en la Región Hidrográfica I, la Unión por su parte, es un municipio con mucha presencia urbana, la cual sobrepasa a la población rural. En la Región la población asciende a 156,087 habitantes, de los cuales un 53.66% de la población viven en zonas rurales (anexos A34-A35).

La PEA ocupada de la Región I, es de 44,077 personas, la actividad económica se encuentra concentrada en la agricultura con el 65.81% de la PEA ocupada, el municipio que presenta mayor PEA agrícola es San Alejo. La actividad industrial representa un 9.1 % de la PEA ocupada, concentrándose en la cabecera departamental de La Unión.

2.9.6 Condiciones Sanitarias.

Según muestra el anexo C13, los servicios básicos de agua potable, servicios sanitarios y alcantarillado en los municipios costeros son deficientes, el 83.73% de las viviendas no poseen sistema de tuberías de aguas negras. En los municipios el agua de consumo se obtiene por medio de pozos (65.8 % de las viviendas), especialmente en los municipios de Conchagua, Pasaquina y San Alejo.

2.10 Características Generales de la Región Hidrográfica J - Cuenca del Río Goascorán⁴³.

La Región Hidrográfica J comprende las cuencas de los Ríos Sirama y Goascorán, con un área de drenaje de 3,047.38 km², distribuidos de la siguiente manera: 328.7 km² en la cuenca del Río Sirama, y 986.7 km² en la cuenca del Río Goascorán en la parte que le corresponde a El Salvador y 1731.98 km² correspondientes al territorio Hondureño. En su totalidad la Región está comprendida en los departamentos de La Unión y Morazán en El Salvador y los departamentos de Valle y La Paz en Honduras. La cuenca está localizada entre las coordenadas de 13°18' a 14°10' Norte y 81°43' a 87°50' longitud oeste.

⁴¹ Datos obtenidos del censo elaborado por la DIGESTYC en 1992.

⁴² Diagnóstico del Estado de Los Recursos Naturales, Socioeconómicos e Institucionales de La Zona Costera del Golfo de Fonseca, MARN 1998.

⁴³ PLAMDARH 1981

Los límites son en el norte la cuenca del Río Ulúa, al oriente el parte aguas del Río Nacatome, al poniente la divisoria del Río Grande de San Miguel y al sur las montañas de Conchagua y el Golfo de Fonseca.

2.10.1 Geomorfología.

La división geomorfológica del sistema es bastante complicada, puesto que las 6 regiones principales correspondientes a la división morfológica del país están representadas aquí, siendo estas las siguientes: Montañas al norte del Río Torola, Región volcánica o volcán de Conchagua, Montañas costeras y en el borde sur del valle interior, terrenos de esteros y manglares y llanuras costeras al rededor del Golfo de Fonseca.

2.10.2 Drenaje.

La Región drena por medio del Río Goascorán como cauce principal, este desemboca en el Golfo de Fonseca, pero además tiene afluentes que son de regular importancia como son: El Sauce, Aguas Calientes, Pasaquina, Polorós en Río Goascorán por la parte salvadoreña; por Honduras se tiene el Río Guajiniquil, el Patagua y otros.

El cauce del Río Sirama debido a la poca pendiente que posee en la zona baja, es meandroso formando ángulos bastante cerrados producto de arrastre intensivo que tuvo el Río en alguna época.

2.10.3 Usos del Suelo.

El sistema de lomas y volcanes tiene suelos latosoles arcillosos rojizos y litosoles. Son suelos pedregosos, superficiales. Suelos de montaña muy accidentados y pedregosos. Cubren el 53 % del departamento de La Unión. Son suelos que permiten el uso de maquinaria agrícola, aptos para pastizales y árboles forestales. Estos suelos están presentes en Lislique, Polorós, Concepción de Oriente, El Sauce, área de La Papaya y San Felipe⁴⁴.

Tabla 23 Características Físicas de los Ríos de la Región Hidrográfica J.

Cuenca	Río	Área de Drenaje (km ²)	Longitud (km)	Nº de Orden	Tipo de Drenaje
Goascorán	El Sauce	345.5	14	3	Dendrítico
	Pasaquina	327.8	51.4	4	Dendrítico
	Agua Caliente	108	27	3	Dendrítico
	Patagua	30	12	2	Dendrítico
	Guajiniquil	750	35	3	Dendrítico
	Goascorán	420	60	5	Dendrítico
Sirama	Ceibilla	45	26	2	Dendrítico

⁴⁴ Diagnóstico del Estado de Los Recursos Naturales, Socioeconómicos e Institucionales de La Zona Costera del Golfo de Fonseca, MARN 1998.

Cuenca	Río	Área de Drenaje (km2)	Longitud (km)	Nº de Orden	Tipo de Drenaje
	Tizate	70	23	2	Dendrítico Caprichoso
	Pavana	40	20	2	Dendrítico
	Sirama	173.7	28	3	Dendrítico caprichoso

PLAMDARH 1981

El sistema de llanos y planicies tiene suelos grumosos, litosoles y latosoles arcillosos rojizos. Abarcan una extensa zona dentro del departamento de la Unión que comprende Concepción de Oriente, El Sauce, Santa Rosa de Lima, San José y San Alejo (cubre el 38 % del departamento de La Unión). Estas áreas son apropiadas en su mayoría para pasto natural, en las tierras con mejor drenaje se siembran granos básicos. ⁴⁵

Tabla 24 Usos de Suelos Para la Región Hidrográfica J

Uso de suelos	Km2	Uso de suelos	Km2
Bosque de Galería	4.26	Bosque Mixto	10.7
Bosque de Mangle	28.84	Granos Básicos	27.56
Bosque Siempre Verdes	1.23	Hortalizas	0.45
Bosques mixtos semi caducifolios	19.55	Pastos	298.37
Bosque Caducifolio	85.4	Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	3.85
Bosque de coníferas	33.23	Zonas pobladas	8.16
Bosque latifoliado	14.81		

Proyecto Sherpa 2003 (SNET- SIG).

2.10.4 Hidrografía⁴⁶.

La Región se divide en tres zonas: La zona alta o zona norte, constituida en su mayoría por las montañas de Anamorós con materiales de poco poder de infiltración, esta zona sirve como área de recarga de la poca cantidad de agua existente. La otra parte alta está sobre el volcán de Conchagua que permite la infiltración para el área de la planicie de La Unión y sus alrededores.

La zona media está formada por las llanuras de La Unión – Santa Rosa de Lima, en esta zona los ríos comienzan a tener un incremento en rendimiento.

⁴⁵ Diagnóstico del Estado de Los Recursos Naturales, Socioeconómicos e Institucionales de La Zona Costera del Golfo de Fonseca, MARN 1998.

⁴⁶ PLAMDARH 1981

La zona baja está al sur y comprende el área de la desembocadura del Río Goascorán, esta zona posee una gran capacidad de infiltración. La parte que comprende el Río Sirama está compuesta por depósitos aluvionales productos del arrastre de sedimentos, estos depósitos poseen una gran capacidad de infiltración.

La escorrentía de los ríos de la Región ocurre durante todo el año, disminuyendo enormemente en la estación seca, producto de la poca capacidad de almacenamiento de la Región. La sub cuenca del Río Sauce posee mayor rendimiento hídrico en la región J, esto por el tipo de material por el cual corre.⁴⁷

2.10.5 Características Socio Económicas⁴⁸.

La Región Hidrográfica J abarca casi toda el área del departamento de La Unión, en este departamento el 46 % de la población rural es pobre, y el 19 % es extremadamente pobre, (de acuerdo con el índice de pobreza). La dirección de información del Ministerio de Economía (1996) destaca que en el departamento de La Unión, el 33.22 % de la población es pobre y que el 35.94 % es extremadamente pobre y solo un 30.84 % no lo es.

En la Región J la población asciende a 133,556 habitantes, dentro de las ciudades mas importantes está Santa Rosa de Lima, en donde se concentra la mayoría de la población urbana. La población rural de la región es del 76.71% de la población total. En su mayoría la PEA ocupada se dedica a la agricultura en un 74.22%.

2.10.6 Condiciones Sanitarias.

La población que habita en esta Región carece en forma drástica de servicios sanitarios adecuados, de las 27,038 viviendas que existen dentro de la Región el 49 % de estas no cuentan con un servicio sanitario y el 91.88% no cuenta con sistema de alcantarillado para aguas negras. Las condiciones de accesibilidad al agua son también malas, ya que solo el 9.72% de las viviendas posee servicio de agua por cañería, abasteciéndose el resto de la población en su mayoría de agua de pozos y ríos.

⁴⁷ PLAMDARH 1981.

⁴⁸ Datos obtenidos del censo elaborado por la DIGESTYC en 1992

III. LEVANTAMIENTO DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN.

Las fuentes de contaminación se pueden dividir en dos grandes categorías (a) Fuentes puntuales y (b) Fuentes no puntuales.

Las puntuales son aquellas que cuentan con un punto de descarga bien definido y generalmente son continuas, pero pueden ser discontinuas. Una descarga determinada puede localizarse e identificarse por una tubería o grupo de tuberías. Los dos grupos principales de fuentes puntuales son:

- a. Los vertidos municipales: compuestos por descargas de aguas municipales las cuales en su mayoría no han recibido un tratamiento adecuado.
- b. Los vertidos industriales: compuestos por descargas de aguas en general con tratamiento primario o ninguno.

Las principales fuentes no puntuales son:

- a) Agrícolas, b) Forestales, c) Atmosférica, d) Escorrentía, e) Basura .

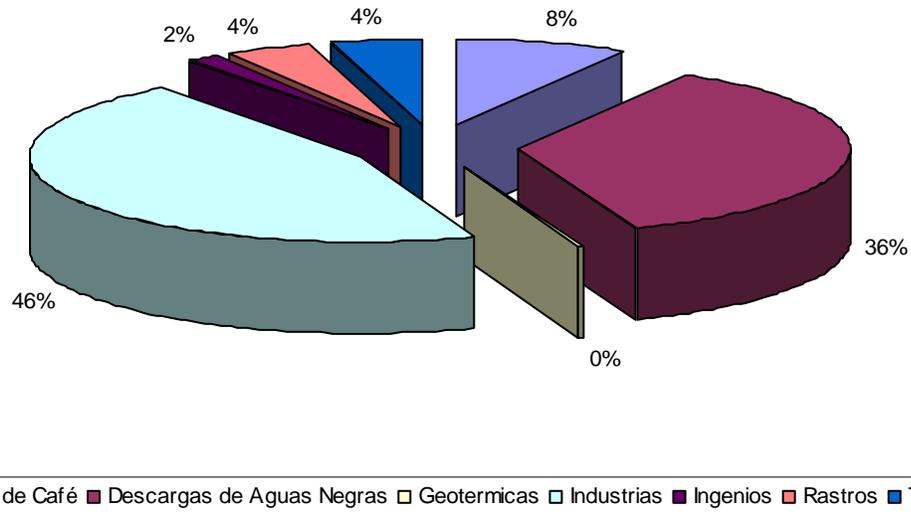
El aspecto característico de toda fuente no puntual es el origen disperso de la descarga. Esto quiere decir que no es posible relacionar la descarga con un lugar específico y definido. Además, la fuente puede ingresar al río por escorrentía superficial, como es el caso de las descargas agrícolas.

Para realizar el levantamiento de fuentes contaminantes se realizó un inventario de las actividades que se desarrollan en cada una de las regiones hidrográficas y luego se procedió a realizar giras de campo para geo-referenciar dichas fuentes de contaminación.

Tabla No. 25 Fuentes de Contaminación

FUENTE DE CONTAMINACION	VALOR
Botaderos de Basura	6
Beneficios de Café	21
Vertidos de Aguas Negras	90
Geotermicas	1
Industrias	114
Ingenios	4
Rastros	11
Tenerías	11

CLASIFICACION DE FUENTES CONTAMINANTES PUNTUALES

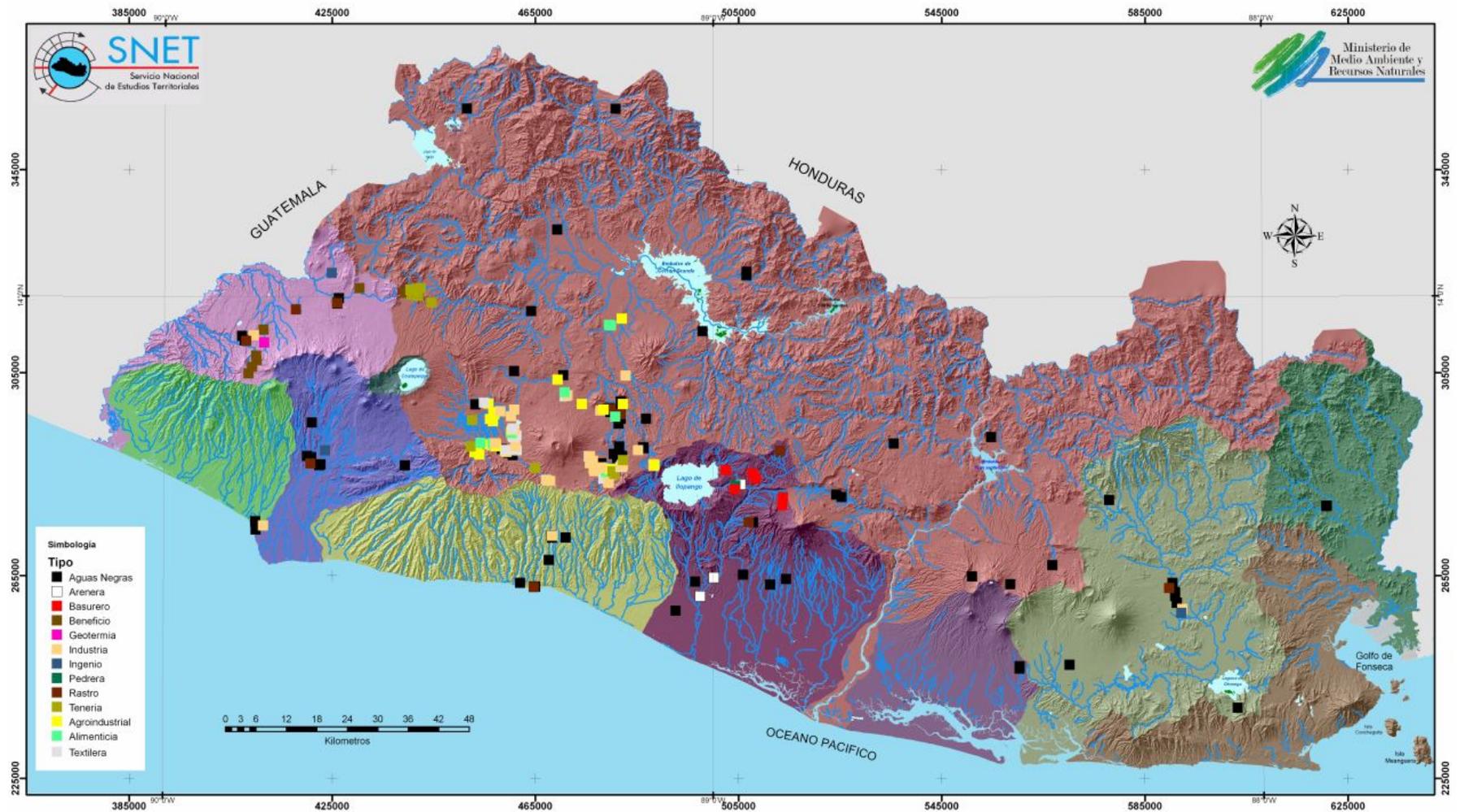


Grafica No. 1 Fuentes de Contaminación puntual a nivel nacional

En la grafica anterior se presenta como principales fuentes de contaminación las industrias y aguas negras con un total del 82% de las fuentes de contaminación puntual.

A continuación se presenta el mapa de ubicación de las fuentes contaminantes a nivel nacional:

Mapa de Fuentes Contaminantes



Mapa No. 1 Fuentes Contaminantes a nivel nacional

IV. METODOLOGIA DE TRABAJO

4.1 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

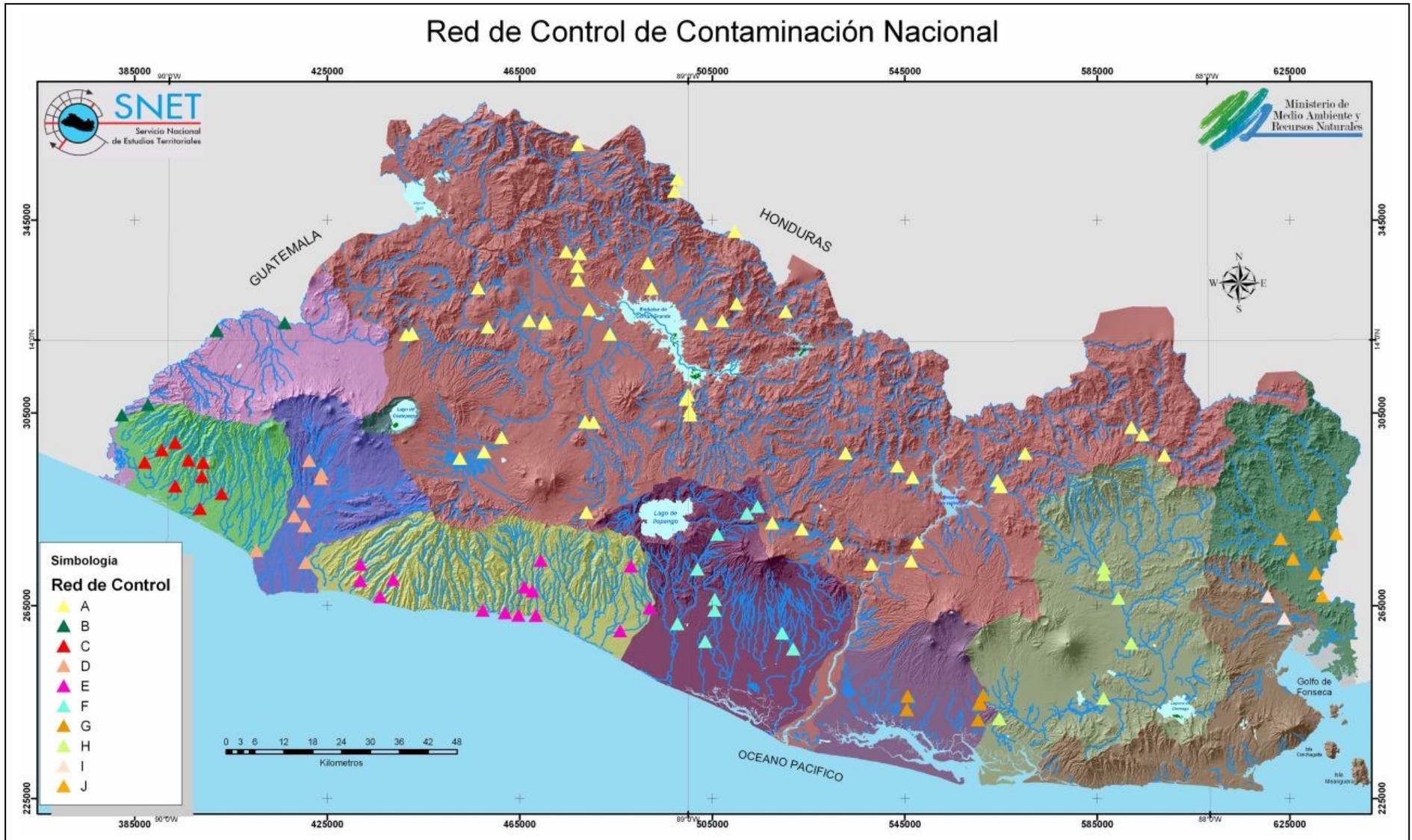
El término calidad de agua, se refiere a la satisfacción de los usos del agua, el término monitoreo es la verificación de dichas características en el tiempo y el espacio, ya sea para evaluar el cumplimiento de normas, analizar tendencias o caracterizar la situación en un determinado momento y tramo o sección del curso de agua superficial a evaluar.

4.1.1 Red de Monitoreo de Calidad.

La red de monitoreo fue diseñada para “largo plazo” y va a ser utilizada para caracterizar temporal y espacialmente el comportamiento de las variables de calidad de agua, lo que proporciona información de calidad de agua para los usos priorizados de los recursos hídricos en la cuenca, así como para detectar tendencias en los valores medios de las mismas a través del tiempo. Estos programas requieren por lo general, de sitios de toma de muestra fijos de carácter permanente. En ellos debe asegurarse el acceso a los mismos en cualquier condición hidrológica y climática, restringiendo su localización, para el caso de ríos, a zonas con buenos caminos de acceso o puentes. Pero adicionalmente debe de considerarse que los sitios seleccionados sean representativos del curso de agua, es decir, que caractericen la calidad de toda la masa de agua que circula por el sitio en un período de tiempo dado.

Para el muestreo de ríos es necesario tener en cuenta los siguientes requerimientos técnicos:

- a) Fácil acceso al sitio de muestreo en todo momento y condición hidrológica.
- b) Mezcla completa de contaminantes de tributarios y/o efluentes – sitio homogéneo (similares parámetros de calidad de agua en toda su sección transversal)
- c) Considerar cualquier alteración de la cantidad o calidad de las aguas en el río (tributarios, descargas o tomas de agua).
- d) Considerar cualquier cambio hidráulico del río (variaciones de la profundidad o la velocidad del flujo).
- e) Considerar las características hidráulicas del flujo, como velocidad, o posibilidad de que exista un tiempo de residencia del contaminante para determinar la frecuencia de muestreo.
- f) Seleccionar puntos de muestreo en zonas de mezcla completa de la corriente de agua que no sean afectados por obras civiles tales como puentes, represas, difusores de cañerías que transportan vuelcos de efluentes industriales y canales naturales y / o artificiales.



Mapa No. 2 Red de Valoración de la Calidad de las Aguas Superficiales a nivel Nacional

En el mapa anterior se presenta los sitios de muestreos de calidad de agua para las 10 Regiones Hidrográficas del país (Anexo 2). Dichos sitios cuentan con fichas de calidad de agua que indican sus coordenadas de ubicación, sección transversal, estudio de homogeneidad, descripción del acceso al lugar, caudal y datos de calidad de agua.

4.1.2 Medición de Cantidad de Agua

En cada uno de los sitios de la red de monitoreo se midió cantidad de agua a través del método de vadeo.

El caudal de un curso en una sección, es el volumen de agua que pasa por la misma en una unidad de tiempo. Por tal motivo sus unidades están dadas como: [Volumen] / [Tiempo] y sus unidades son normalmente (m³/s) o (litros/s).

El aforo es la operación de medición del caudal en una sección de un curso de agua, en los ríos se mide en forma indirecta, teniendo en cuenta que:

$$\text{CAUDAL} = \text{VELOCIDAD} \times \text{AREA}$$

$$Q \text{ [m}^3\text{/seg]} = V \text{ [m/seg]} \times A \text{ [m}^2\text{]}$$

Las mediciones son realizadas con equipo de molinete.



La medición de la sección del curso y de la profundidad de la sección parcial.



Medición de la velocidad de la sección parcial por unidad de tiempo



Se anotan los datos de profundidad y velocidad parcial de la sección transversal donde se realiza el aforo, para luego calcular los caudales parciales y su sumatoria representa el caudal total.

4.1.3 Medición de Calidad de Agua

En cada uno de los sitios de la red de monitoreo se medirá parámetros de calidad de agua *“in situ”*. La calidad del agua está caracterizada por su composición física, química y biológica que determina sus posibles usos.

La calidad de las aguas depende de las posibles fuentes de contaminación como vertidos de distintos tipos de sustancias, entre las que destacan: materia orgánica, materia inorgánica, nutrientes, metales pesados, plaguicidas, etc., gran cantidad de estas sustancias se incorporan al agua por la acción humana, principalmente a través de los vertidos municipales e industriales y de las actividades agrícolas y ganaderas, etc.



Análisis de parámetros en campo.

Los parámetros que se toman en campo son los siguientes: temperatura de la muestra, temperatura ambiente, pH, turbidez, conductividad, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto.



Análisis de parámetros en campo.

Los análisis son realizados con el Equipo de Calidad de Agua (Water Checker Modelo U-10).

4.1.4 Toma de muestras para análisis de parámetros en laboratorio

En cada uno de los sitios de la red de monitoreo se recolectarán muestras de tipo físico, químicas, bacteriológicas y DBO₅, por sitio de muestreo seleccionado; luego las muestras son preservadas y trasladadas al Laboratorio de Calidad de Agua del SNET para su procesamiento el mismo día de la recolección.

La toma de muestras para cada uno de los sitios seleccionados varía dependiendo de las características de la sección transversal y de sus características: longitud de la transversal, profundidad, homogeneidad de corrientes, etc.; de tal forma que se pueden recolectar de

uno a dos juegos de muestras por sitio de muestreo, dependiendo de las características de homogeneidad del sitio seleccionado.

4.1.5 Parámetros de Calidad de Agua

Los parámetros de calidad de agua a determinar se muestran en las tablas 26 y 27, como se detalla a continuación:

Tabla No. 26 Parámetros seleccionados para ser medidos en campo y su aplicación

Nº.	PARAMETROS	UNIDAD	POTABILIZAR	RIEGO	AMBIENTAL	CONTACTO
1	Temperatura Ambiente	°C			X	
2	Temperatura del agua	°C			X	
3	PH	u pH	X	X	X	
4	Conductividad	Siemens/c		X		
5	Turbidez	UNT	X		X	X
6	Oxígeno Disuelto	mg/l	X		X	X

Tabla No. 27 Parámetros seleccionados para ser medidos en las muestras recolectadas y su aplicación

Nº.	PARAMETROS	UNIDAD	POTABILIZAR	RIEGO	CALIDAD AMBIENTAL	CONTACTO
1	DBO ₅	mg/L	X		X	
2	Ortofosfatos	mg/L			X	
3	Nitratos	mg/L	X		X	
4	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	X		X	
5	Cloruros	mg/L	X	X		
6	Sodio	mg/L		X		
7	Calcio	mg/L		X		
8	Magnesio	mg/L		X		
9	Cobre	mg/L	X			
10	Cinc	mg/L	X			
11	Coliformes fecales	NMP/100	X	X	X	X
12	Fenoles	mg/L	X			
13	Color Aparente	uCo-Pt	X			

4.1.6 Frecuencia de Toma de Muestra

El número de muestras requeridas para caracterizar adecuadamente el comportamiento de las variables de calidad de aguas de un río se basa en varios factores que van desde objetivos del monitoreo hasta presupuesto disponible para la investigación asegurando la sostenibilidad del monitoreo a lo largo del tiempo.

Para el caso de la información necesaria para el control de la contaminación se recomienda tener una frecuencia trimestral para evaluar las características del inicio de la época seca, transición seca-lluviosa, transición lluviosa-seca y finales de la época seca; pero por disponibilidad presupuestaria se realiza un monitoreo de calidad de agua por año en la época seca.

Dicho muestreo se inicia en el mes de noviembre y se finaliza en el mes de marzo del siguiente año antes de iniciar la época lluviosa.

4.1.7 Cadena de Custodia en Campo y en Laboratorio

La cadena de custodia es un instrumento de aseguramiento de la tras habilidad en el acarreo y posesión de todas las muestras, desde la recepción de los envases, hasta la generación de resultados que son válidos para ser utilizados en procesos legales.

Para realizarla se da seguimiento al llenado de formularios de responsabilidad del manejo de las muestras, de tal manera de documentar todo el proceso de monitoreo en campo desde la toma de las muestras hasta su traslado al laboratorio. Como mínimo debe contener la siguiente información:

- a) Firma del responsable de muestreo
- b) Información del sitio de muestreo: código de identificación del sitio, ubicación, fecha y hora de muestreo y análisis solicitado.

Para asegurar también la custodia de las muestras en el Laboratorio, se utiliza la Cadena de Custodia del Laboratorio, consistente en varias planillas que documentan el proceso desde la recepción hasta el procesamiento de la muestra y la emisión de los resultados.

4.1.8 Control de Calidad del Muestreo

Para mantener un control de calidad en todo el programa de muestreo, además de cumplir con los procedimientos estándar, se requiere tomar y presentar lo que se llama “blancos de muestras”, los cuales son envase con agua destilada llenado en el campo en las mismas condiciones del muestreo al que se le realizan los mismos análisis del laboratorio que a las muestras y se utiliza para determinar interferencias por el muestreo.

Adicionalmente se encuentran los “blancos de temperatura”, que consisten en un frasco con agua destilada que se coloca en las hieleras de transporte de muestras para verificar la temperatura de las mismas a su llegada al Laboratorio.

Los blancos permiten constatar la posibilidad de existencia de contaminación durante el proceso de muestreo y permiten detectar errores sistemáticos o casuales que se produzcan desde el momento en que se toma la muestra hasta el análisis

4.2 APTITUD DE USO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

La información a generar de la calidad de las aguas superficiales se ha valorado a través de la aptitud de usos de agua tras la aplicación de normativas nacionales e internacionales de aguas y la aplicación del Índice de Calidad de Agua General (ICA)⁴⁹

La evaluación de los recursos hídricos existentes del país se realiza a través de la aplicación de las normativas existentes y/o propuestas de normativas para determinar la aptitud de uso de las aguas superficiales del país.

Los usos de agua propuestos para la presente evaluación son:

- a. Agua cruda para potabilizar
- b. Agua para riego
- c. Agua con calidad ambiental
- d. Agua apta para actividades recreativas

4.2.1 Agua cruda para potabilizar

El agua apta para consumo humano es difícil encontrarla en forma en forma natural debido a que normalmente se encuentra contaminada por el suelo y las actividades del hombre mismo, las impurezas o contaminantes pueden ser de distintos tipos por lo cual, es necesario en la mayoría de casos proteger los cuerpos de agua que se destinan a un uso tan importante como este.

El Decreto No. 51 con fecha 16 de noviembre de 1987 del Diario Oficial del país, especifica la normativa con un total de nueve parámetros de calidad de agua especificando rangos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 28 Rangos para parámetros de calidad de agua deseables para agua cruda para potabilizar por métodos convencionales.

PARÁMETRO	UNIDADES	RANGO
DBO5	mg/L	De 3 a 4
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000
Oxígeno Disuelto	mg/L	4-6.5
PH	u de pH	6.5 a 9.2
Cloruros	mg/L	50 a 250
Color aparente	unidades de Co-Pt	20 a 150
Turbidez	UNT	10 a 250
Fenoles ⁵⁰	mg/L	3.5

⁴⁹ “Propuesta de Estrategias de Descontaminación de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate”. (Mena, Z 2002)

⁵⁰ Valor EPA

El Decreto 51 considera para Fenoles un valor de 0.05 mg/L valor muy restrictivo para la calidad actual de las aguas superficiales del país; por lo anterior, se ha realizado la evaluación con el valor propuesto por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA)⁵¹.

Adicionalmente para el presente trabajo se han adicionado algunos parámetros de calidad de agua que influyen en las características del agua, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla No. 29 Rangos para parámetros de calidad de agua deseables para agua cruda para potabilizar, adicionales a la normativa vigente con tratamientos convencionales⁵²

PARAMETRO	UNIDADES	RANGO
Cobre	mg/L	0.1-1
Nitratos	mg/L	45
TDS	mg/L	300-600
Cinc	mg/L	5

Es importante evaluar otros parámetros de calidad de agua como metales pesados y compuestos orgánicos persistentes, etc.; los cuales, por falta equipamiento para dichos análisis en el laboratorio de Calidad de Agua del SNET, no han sido considerados en el presente trabajo y son objeto de futuras evaluaciones.

4.2.2 Agua para riego

La agricultura es otro de los usuarios de los recursos de agua en el país y al mismo tiempo una de las fuentes de contaminación de los mismos, la descarga de contaminantes y sedimentos es lo que en general hace reducir la disponibilidad de agua de calidad aceptable para la actividad agrícola en base a las normativas.

Por otro lado, es importante hacer notar que el uso alto de fertilizantes y plaguicidas para aumentar o mantener altos rendimientos de los productos agrícolas, incide directamente en la calidad de los recursos hídricos.

En el país se cuenta con la normativa de agua para riego, emitida en el Decreto No. 51 del Diario Oficial del país, como se detalla en la tabla No. 30, adicionalmente se ha considerado adicionar el parámetro de pH para evaluar la aptitud de uso para la presente evaluación.

⁵¹ www.epa.gov/espanol

⁵² Métodos de tratamiento primario y/o caseros de tratamiento de aguas.

Tabla No. 30 Rangos para parámetros de calidad de agua recomendables para riego

PARAMETRO	UNIDADES	RANGO
Conductividad	μ Siemens/cm	250 a 750
RAS		0-10
% de sodio	meq/L	30 a 60
Boro	mg/L	0.5 a 2.0
Cloruros	mg/L	195
Sulfatos	mg/L	200
PH	u de pH	6.5 a 8.4
Coliformes fecales	NMP/100ml	1000

4.2.3 Agua con calidad ambiental

Una manera practica de valorar la calidad del agua en un recurso en un sitio determinado para un momento determinado, es haciendo uso de una escala numérica simple relacionada con el grado de contaminación, este valor es denominado “Índice de Calidad de Aguas” (ICA) y engloba las características más importantes asociadas al uso del agua priorizado, resumiendo el valor de los parámetros respectivos y pudiendo ser usado para definir mejor el estado que indica el término “calidad de agua”.

El Índice de Calidad de Agua para condiciones óptimas adopta un valor máximo determinado de 100, valor que va disminuyendo con el aumento de la contaminación en el curso de agua en estudio hasta un valor de cero.

En el país para valorar la calidad ambiental de las aguas superficiales, se aplica el ICA recomendado por el Programa Ambiental de El Salvador⁵³, proyecto ejecutado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería durante el período de 1997 - 2000 (Mena, Z).

Para calificar la calidad de agua de los ríos estudiados se aplica el Índice de Calidad de Agua (ICA), el cual evalúa la aptitud de la calidad de agua para al desarrollo de vida acuática.

Este índice toma en cuenta los siguientes parámetros: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, Coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días, nitratos, fosfatos, incremento de la temperatura, turbidez y sólidos totales disueltos.

La evaluación numérica del “ICA” con técnicas multiplicativas, ponderadas y la asignación de pesos específicos se debe a Brown.

Para calcular el Índice de Brown se utiliza una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA). Esta se expresan matemáticamente como sigue:

⁵³ Consultoría “Propuesta de Descontaminación de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate” PAES 2002

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i) \quad (1)$$

Donde:

W_i: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Sub_i: Subíndice del parámetro i.

Tabla 31. Hoja para el cálculo del ICA

Parámetro	Valor	Unidades	Sub _i	w _i	Total
1	Coliformes fecales	NMP/100 mL		0.15	
2	pH	unidades de pH		0.12	
3	DBO ₅	mg/ L		0.10	
4	Nitratos	mg/ L		0.10	
5	Fosfatos	mg/ L		0.10	
6	Cambio de la Temperatura	°C		0.10	
7	Turbidez	UNT		0.08	
8	Sólidos disueltos Totales	mg/ L		0.08	
9	Oxígeno Disuelto	% saturación		0.17	
Valor del “ICA”				Σ	

4.2.4 Agua apta para el contacto humano

Las aguas naturales para ser adecuadas al contacto humano debe de presentar ciertas características como baja cantidad de recuentos microbiológicos y alto porcentaje de saturación de oxígeno principalmente; por otro lado, es deseable en menor medida la ausencia de aceites y grasas y otros caracteres organolépticos (olor, sabor, etc).

El presente listado de parámetros retomados de la Organización Mundial para la Salud⁵⁴ (OMS), servirá para evaluar la calidad de agua superficial y su aptitud de uso para el contacto humano y/o actividades recreativas.

Tabla No. 32 Límites permisibles de Calidad de Agua para Contacto Humano

PARAMETRO	RANGO DE VALOR
Coliformes fecales	Menor o Igual a 1000 NMP/100ml
Oxígeno Disuelto	Mayor o Igual a 7 mg/L
Turbidez	Menor o Igual a 10 UNT

⁵⁴ www.who.int/es/

V. RESULTADOS

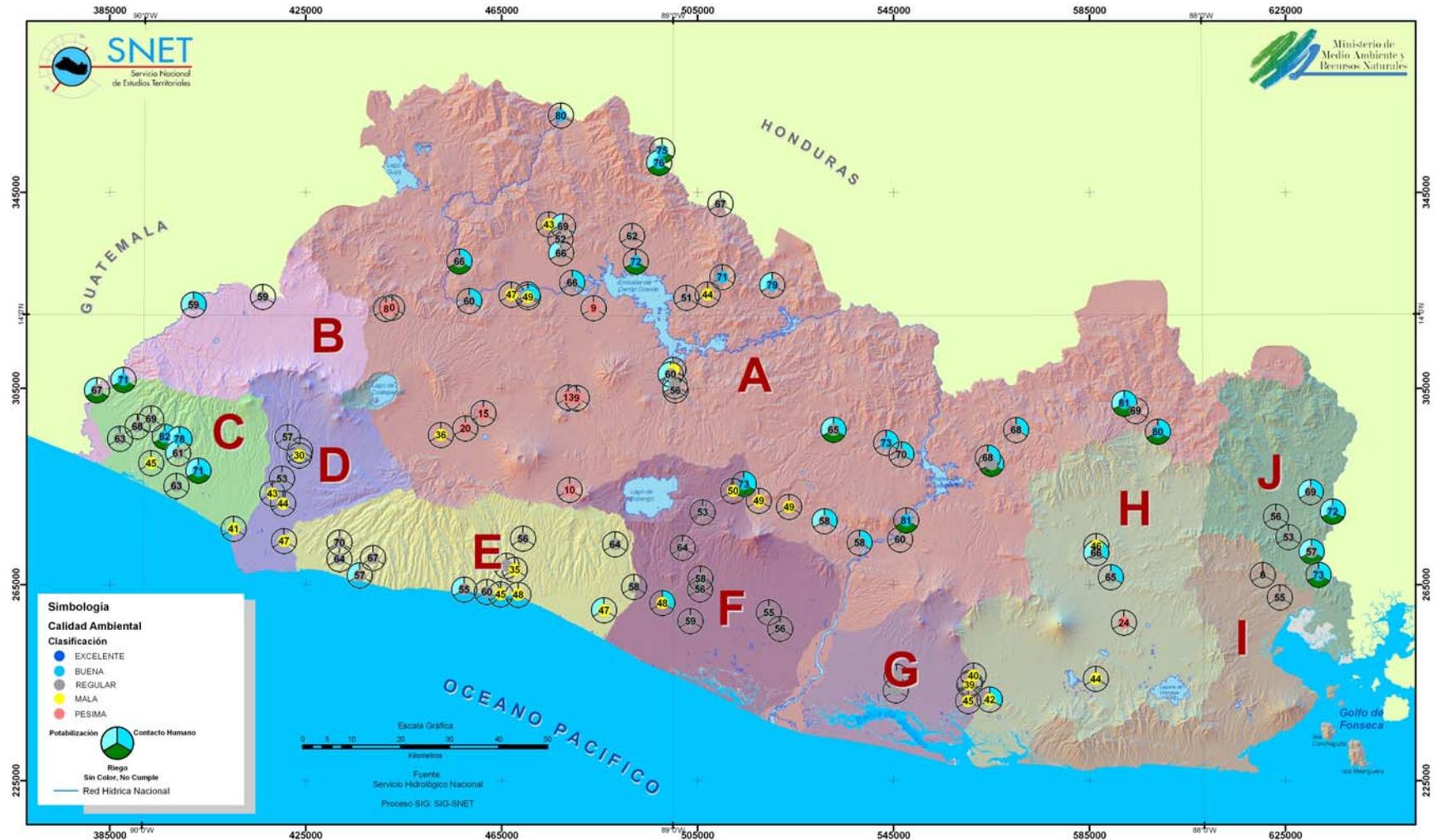
Se realizó una evaluación de los parámetros de calidad de agua con las normativas definidas y se determinó la aptitud de uso de agua apta para potabilizar, riego, calidad ambiental (vida acuática) y actividades recreativas, para los 114 sitios de muestreo en los principales ríos de las diez regiones hidrográficas del país.

En el siguiente mapa se muestra los resultados obtenidos, representándose la aptitud de uso y la calidad de agua a través de una imagen en forma de salvavidas integrado por cuatro componentes.

- a. Calidad Ambiental: representado por el centro del salvavidas con el valor del Índice de Calidad de Agua (ICA) y el color correspondiente a la valoración de la calidad ambiental del agua del sitio evaluado.
- b. Agua apta para Potabilizar: representado por el tercio izquierdo del salvavidas coloreado en tono “aqua”. La ausencia del color o transparencia del mismo indica la no aptitud del agua del sitio evaluado.
- c. Agua apta para Actividades Recreativas: representado por el tercio derecho del salvavidas coloreado en tono “celeste”. La ausencia del color o transparencia del mismo indica la no aptitud del agua del sitio evaluado.
- d. Agua apta para Riego: representado por el tercio inferior del salvavidas coloreado en tono “verde”. La ausencia del color o transparencia del mismo indica la no aptitud del agua del sitio evaluado.

En el siguiente mapa se presenta gráficamente los resultados obtenidos para el muestreo realizado en el período de enero a marzo del año 2006.

Mapa de Aptitud de Usos. Red de calidad de aguas Superficiales. Datos 2006



Mapa No. 3 Resultados de la Valoración de Calidad de Aguas en las diez Regiones Hidrográficas del país.

5.1 Región Hidrográfica A - Cuenca del Río Lempa

5.1.1 Agua apta para potabilizar

La cuenca del Río Lempa cuenta con 48 sitios de muestreo ubicados en el canal principal y sus principales afluentes desde la cuenca alta hasta la cuenca media; esto representa un poco más del 40% de los sitios evaluados.

Dicho río no ha sido evaluado en el Embalse del Cerrón Grande, debido a que esto forma parte de la próxima etapa de trabajo de lagunas, lagos y embalses que el SNET ha iniciado el año 2006.

De los sitios evaluados solamente el 19% cumple con la aptitud de agua cruda para potabilizar por medios convencionales.⁵⁵

El restante 80% de los sitios evaluados esta compuesto por un 25% de aguas con altos niveles de DBO₅ que oscilan entre 34 y 728 mg/L y Coliformes fecales que oscilan entre 5000 y 50,000,000 NMP/100ml en los sitios críticos de las subcuencas de los ríos Sucio, Acelhuate y Suquiapa. Esto evidencia la alta contaminación orgánica de las aguas proveniente de las aguas negras.

El restante 75% de sitios presenta una calidad de agua que se puede potabilizar a través de la remoción de los fenoles y los altos niveles de Coliformes fecales. Para remover el fenol se requiere de un tratamiento con carbón activado o mezcla de diferentes carbones.

Se considera que una agua con 4 mg/L de DBO₅ es de calidad apta para ser potabilizada a través de tratamientos convencionales; para el caso de la Cuenca del Río Lempa los niveles de DBO₅ llegan hasta 728 mg/L (naciente del Río Suquiapa), producto de descargas puntuales y no puntuales de vertidos tanto domésticos como industriales.

Por otro lado, las subcuencas de los ríos Acelhuate y Suquiapa presentan sitios sin presencia de oxígeno disuelto lo cual cambia completamente la dinámica de depuración de los contaminantes presentes, debido a que los procesos de depuración pasan de un sistema aeróbico a anaeróbico.

Los niveles de color aparente se presenta fuera de norma para las subcuencas de los ríos Sucio, Suquiapa y Acelhuate; debido principalmente a que en estas subcuencas se ubica un alto porcentaje de la población y zonas industriales.

Como resultado del alto grado de contaminación en las subcuencas de los ríos Acelhuate, Sucio y Suquiapa, no se puede valorar sus aguas superficiales como una opción de agua cruda para potabilizar en la actualidad; talvez en un futuro cuando se implemente planes de descontaminación y mejore la calidad del agua pudieran ser aptos para el uso doméstico-

⁵⁵ Sedimentación, filtración y cloración

Tabla No. 33 Resultados de Calidad de Agua Apta para potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	PH	Oxigeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxigeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O2	UNT	mg/L NO3-	mg/L Cl-	Unidades Pt-Co	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O2	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m3/seg
NORMA	6,5 a 9,2	4 a 6,5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 o 4	5	1	1000	
A 01 MATAL	8,29	0,3	980,00	6,50	41,90	8700,00	495,00	2,0	133,0	ND	0,18	22000000	0,146
A 14 ACELH	7,42	2,1	70,50	9,00	45,89	331,00	527,00	1,7	54,0	ND	ND	22000000	3,554
A 17 ACELH	7,62	ND	142,0	6,10	45,89	745,00	536,00	2,25	72,0	ND	ND	30000000	5,024
A 25 ACELH	6,98	ND	91,0	5,1	43,9	322,00	523,00	3,95	28,0	ND	ND	5000000	7,416
A 01 SUCIO	7,69	5,2	395,0	9,4	35,92	1020,00	453,00	5,00	6,0	ND	0,01	13000	0,464
A 09 SUCIO	7,37	3,6	637,5	9,6	29,93	1605,00	554,00	3,50	43,0	ND	0,04	240000	2,004
A 15 SUCIO	7,45	0,9	200,0	8,4	69,84	446,00	640,00	0,50	34,0	ND	0,01	110000	3,392
A 24 SUCIO	8,14	5,7	16,5	8,2	51,88	42,00	537,00	4,00	4,0	ND	0,01	3000	3,004
A 01 SUQUI	5,44	ND	670,0	9,4	33,92	2402,50	1030,00	4,00	728,0	ND	ND	50000000	0,540
A 04 ARANC	6,14	ND	280,0	4,8	29,93	732,50	578,00	3,80	386,0	ND	ND	50000000	1,386
A 23 SUQUI	7,79	5,0	16,5	10,6	21,95	51,00	334,00	4,35	4,0	ND	ND	5000	2,343
A 01 RTALQ	7,24	4,3	ND	5,2	5,99	26,50	111,00	2,20	1,0	ND	0,01	80	0,026
A 01 METAY	7,48	6,1	9,5	5,6	7,98	42,50	294,00	2,00	1,0	0,01	0,01	1100	0,054
A 02 METAY	7,36	5,0	4,0	6,3	7,98	42,00	237,00	2,00	2,0	ND	0,01	11000	0,060
A 03 METAY	7,71	6,8	6,0	6,5	7,98	40,50	386,00	2,00	1,0	ND	0,01	280	0,120
A 01 SUMPUP	7,49	7,7	3,0	5,7	2,0	17,00	86,00	3,90	1,0	ND	ND	230	0,796
A 02 SUMPUP	7,63	7,0	8,0	5,4	2,0	20,00	97,00	ND	1,0	ND	ND	300	0,731
A 03 SUMPUP	7,69	7,6	14,0	5,0	2,0	17,50	72,00	4,50	1,0	0,01	0,01	300	1,525
A 01 TAMUL	7,97	6,5	5,0	4,5	2,0	14,00	122,00	4,90	1,0	ND	0,01	110	0,103
A 03 TAMUL	7,59	8,2	5,0	11,1	7,98	29,50	172,00	1,50	1,0	0,03	0,01	30000	0,127
A 01 RGRAN	8,06	8,3	1,0	4,1	2,00	8,00	73,00	3,65	1,0	0,01	0,01	270	0,190
A 02 RGRAN	7,71	9,0	3,0	5,7	2,00	15,00	74,00	3,00	1,0	0,02	0,01	2300	0,118
A 02 TAMUL	7,46	6,0	5,0	4,1	2,00	58,00	181,00	3,60	9,0	ND	0,01	2300000	
A 04 SUMPUP	7,80	6,6	ND	2	2,00	13,50	120,00	2,00	1,0	0,01	0,01	40	2,503
A 01 RSUCI	8,01	6,7	59,5	8,00	3,99	69,00	299,00	2,00	1,0	ND	0,06	9000	0,339
A 01 TEPEC	7,91	6,6	43,5	7,30	3,99	54,00	300,00	3,00	1,0	ND	0,01	1700	0,147
A 01 QUEZA	7,88	6,9	15,5	7,90	3,99	19,00	227,00	1,50	1,00	ND	0,01	800	0,580
A 02 QUEZA	7,83	6,6	39,5	8,00	5,99	22,00	247,00	1,00	1,00	ND	0,01	300	0,753
A 01 TOROL	7,75	8,1	2,0	5,00	2,00	30,50	77,00	4,30	1,00	0,02	0,01	110	1,497
A 02 TOROL	8,01	7,2	ND	4,60	2,00	25,00	87,00	0,50	1,00	0,01	0,01	90	
A 01 RSAPO	8,25	7,3	5,0	4,90	2,00	40,50	87,00	0,40	1,00	0,01	0,01	2300	0,287
A 01 LEMPA	8,58	7,35	18,0	6,00	2,00	49,00	103,00	3,90	2,00	0,01	0,01	2300	2,032
A 08 LEMPA	8,32	7,00	5,0	4,80	3,99	22,00	136,00	4,30	1,00	0,01	0,01	200	
A 12 LEMPA	8,21	6,55	6,0	5,20	2,00	41,50	140,00	4,50	2,00	0,01	0,01	700	
A 17 LEMPA	7,97	7,35	15,0	7,60	7,98	39,00	147,00	4,80	1,00	0,01	0,01	400	
A 19 LEMPA	8,10	6,25	14,0	6,70	5,99	25,00	175,00	4,50	1,00	0,01	0,01	900	
A 20 LEMPA	7,57	6,55	6,0	3,90	2,00	21,50	121,00	5,00	2,00	0,01	0,01	30	
A 01 ACAHU	7,25	4,50	4,0	7,20	2,00	20,50	392,00	4,00	1,00	ND	0,01	28000	0,160
A 02 ACAHU	8,48	6,15	4,0	8,10	2,00	15,00	387,00	3,20	1,00	ND	0,01	17000	0,401
A 03 ACAHU	8,28	6,40	ND	12,90	7,98	14,50	307,00	3,10	2,00	ND	0,01	800	1,086
A 04 ACAHU	8,01	6,65	11,0	9,20	9,98	16,00	282,00	4,20	1,00	ND	0,01	1000	2,074
A 01 SANSI	8,50	6,80	8,0	8,70	2,00	7,00	324,00	4,00	1,00	ND	0,01	1700	0,237
A 01 RTITI	8,24	7,20	7,0	10,30	2,00	44,50	219,00	3,20	1,00	0,01	NR	200	0,584
A 02 RTITI	8,05	6,55	2,0	4,80	2,00	37,50	202,00	4,40	1,00	0,01	NR	80	1,665
A 03 RTITI	8,25	6,05	4,0	5,00	2,00	22,00	211,00	3,70	1,00	ND	NR	110	1,505
A 01 SESOR	8,19	7,6	9,0	6,50	2,00	58,50	192,00	4,00	1,00	ND	NR	700	0,217
A 01 RTAMA	8,26	6,4	12,5	6,40	2,00	11,00	182,00	4,00	1,00	0,02	NR	400	0,279
A 02 RTAMA	8,14	6,8	6,0	5,00	2,00	ND	204,00	5,00	1,00	ND	NR	400	0,336

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.1.2 Agua con calidad ambiental

Al evaluar los resultados de la calidad ambiental de las aguas superficiales de la Cuenca del Río Lempa (agua que es apta para la vida acuática) se encuentra que solamente el 22% de los 48 sitios evaluados presenta una calidad "Buena" lo que indica que el agua permite el desarrollo de vida acuática; el restante 78% esta compuesto por un 43% de sitios que presentan una calidad "Regular" que limita la vida acuática y un 33% que no permite el desarrollo de vida acuática por altos niveles de contaminación.

Los ríos que presentan una buena calidad de agua son: Sumpul, Tamulasco, Grande, Torola y Lempa en la cuenca alta y aguas abajo del Embalse del Cerrón Grande como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla No. 34 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
A 01 MATAL	10	PESIMA
A 14 ACELH	13	PESIMA
A 17 ACELH	9	PESIMA
A 25 ACELH	9	PESIMA
A 01 SUCIO	36	MALA
A 09 SUCIO	20	PESIMA
A 01 SUQUI	8	PESIMA
A 04 ARANC	0	PESIMA
A 15 SUCIO	15	PESIMA
A 23 SUQUI	47	MALA
A 24 SUCIO	49	MALA
A 01 RTALQ	69	REGULAR
A 01 METAY	43	MALA
A 02 METAY	52	REGULAR
A 03 METAY	66	REGULAR
A 01 SUMPU	75	BUENA
A 02 SUMPU	76	BUENA
A 03 SUMPU	67	REGULAR
A 01 TAMUL	71	BUENA
A 03 TAMUL	51	REGULAR
A 01 RGRAN	72	BUENA
A 02 RGRAN	62	REGULAR
A 02 TAMUL	44	MALA
A 04 SUMPU	79	BUENA
A 01 RSUCI	49	MALA
A 01 TEPEC	56	REGULAR
A 01 QUEZA	61	REGULAR
A 02 QUEZA	60	REGULAR
A 01 TOROL	80	BUENA
A 02 TOROL	81	BUENA
A 01 RSAPO	69	REGULAR
A 08 LEMPA	66	REGULAR
A 12 LEMPA	60	REGULAR
A 19 LEMPA	66	REGULAR
A 01 LEMPA	80	BUENA
A 17 LEMPA	72	BUENA
A 04 ACAHU	58	REGULAR

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
A 20 LEMPA	81	BUENA
A 01 SANSI	60	REGULAR
A 01 ACAHU	49	MALA
A 02 ACAHU	49	MALA
A 03 ACAHU	58	REGULAR
A 01 RTITI	65	REGULAR
A 02 RTITI	73	BUENA
A 03 RTITI	70	REGULAR
A 01 SESOR	68	REGULAR
A 01 RTAMA	68	REGULAR
A 02 RTAMA	68	REGULAR

5.1.3 Agua para riego

En general la calidad de las aguas para riego es buena y en pocos casos se tiene problemas con pH, conductividad y altos niveles de sodio como se muestra en la tabla No. 35; lo que sí es un problema de contaminación para riego son los altos niveles de Coliformes fecales, cuyos valores oscilan entre 1100 NMP/100ml y 50,000,000 NMP/100ml.

Al evaluar los resultados de calidad de agua con la normativa de riego, los resultados muestran que el 41% de los sitios evaluados cumplen con la aptitud de usos para riego. Del restante 59% que no es apta para riego el 48% no es apta para riego por los altos niveles de contaminación fecal, entre otros factores.

Por otro lado, el Distrito de Riego y Avenamiento de Zapotitan utiliza el agua del Río Sucio en los sitios A01SUCIO y A09SUCIO; presentando desde su nacimiento características químicas deseables para el riego, pero con alto contenido de Coliformes fecales incrementándose en el sitio A09SUCIO por el ingreso de otros tributarios como el Río Agua Caliente y Flor Amarilla que contienen descargas de aguas residuales de agroindustrias e industrias de la zona.

El sitio de muestreo A20LEMPA ubicado aguas abajo del Embalse del Cerrón Grande en la Hidroeléctrica 15 de Septiembre donde se desvía el agua para el Distrito de Riego y Avenamiento Lempa-Acahuapa, cuenta con una excelente calidad de agua para riego con bajo niveles de sales y contaminación fecal. Por otro lado, el Río Acahuapa presenta contaminación proveniente de la Ciudad de San Vicente, pero es depurada antes de llegar a dicho distrito.

El Distrito de Riego y Avenamiento Atiocoyo, unidad sur se abastece del agua del Río Sucio (A24 SUCIO) antes de su desembocadura al Río Lempa el cual presenta altos niveles de conductividad y de Coliformes fecales restringiendo su uso para actividades agrícolas. Por lo que para que esta agua puedan ser utilizada para dicho fin en el distrito, debe utilizarse plantaciones que no vean afectada su calidad por los contenidos de Coliformes fecales. Para la unidad norte que se abastece del Río Lempa no existe restricciones de uso.

Tabla No. 35 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIODEMUESTREO	Coliformes Fecales		Conductividad		Cloruros		pH		RAS		%Sodio	
	NMP/100 ml		mSiemens/cm		mg/l Cl-1		unidades de pH		Menor o igual que 10		meq/l	
	Menor o igual a 1000 NMP/100 ml		Menor o igual a 0,750 ms/cm		Menor o igual a 195 mg/l		Mayor o igual a 6,5 y menor o igual a 8,4		Menor o igual que 10		Menor o igual que 60	
A01VATAI	2200000		0,770		41,9		8,29		2,568		43,52	
A14ACHH	2200000		0,810		45,69		7,42		2,444		45,76	
A17ACHH	3000000		0,820		45,69		7,62		4,548		62,77	
A25ACHH	5000000		0,740		43,9		6,98		3,097		54,30	
A01SUICIO	13000		0,610		35,92		7,69		2,473		45,26	
A09SUICIO	240000		0,760		29,93		7,37		1,684		31,11	
A01SUQLI	5000000		0,730		33,92		5,44		2,382		43,27	
A04ARANC	5000000		0,550		29,93		6,14		2,079		43,67	
A19SUICIO	110000		0,930		69,84		7,45		1,563		32,65	
A23SUQLI	5000		0,460		21,95		7,79		1,926		44,53	
A29SUICIO	3000		0,760		51,88		8,14		1,384		31,62	
A01RTAIQ	80		0,220		5,99		7,24		2,461		61,37	
A01METAY	1100		0,440		7,98		7,48		2,569		65,86	
A02METAY	11000		0,360		7,98		7,36		2,414		61,74	
A03METAY	280		0,570		7,98		7,71		4,529		76,58	
A01SUMFU	230		0,100		2		7,49		0,259		17,76	
A02SUMFU	300		0,090		2		7,63		0,202		15,13	
A03SUMFU	300		0,090		2		7,69		0,415		29,78	
A01TAVML	110		0,150		2		7,97		0,335		17,77	
A03TAVML	3000		0,280		7,98		7,59		1,410		42,93	
A01RGRAN	270		0,110		2		8,06		1,233		50,67	
A02RGRAN	2700		0,110		2		7,71		1,152		52,12	
A02TAVML	2300000		0,250		2		7,46		0,520		21,69	
A05SUMFU	40		0,160		2		7,8		0,702		34,61	
A01RSUCI	9000		0,340		3,99		8,01		0,901		31,06	
A01THPC	1700		0,230		3,99		7,91		0,883		29,84	
A01QUEZA	800		0,260		3,99		7,88		1,240		43,67	
A02QUEZA	300		0,300		5,99		7,83		1,057		38,29	
A01ICRCL	110		0,070		2		7,75		0,180		14,55	
A02ICRCL	90		0,110		2		8,01		0,151		11,77	
A01BSAFO	2300		0,110		2		8,25		0,100		5,73	
A08BMPA	200		0,210		3,99		8,32		0,091		4,84	
A12BMPA	700		0,220		2		8,21		0,089		3,09	
A19BMPA	900		0,270		5,99		8,1		0,081		4,06	
A011BMPA	2300		0,120		1,79		8,58		0,112		7,51	
A17BMPA	400		0,250		7,98		7,97		0,094		5,24	
A04ACAHUA	1000		0,350		9,98		8,01		2,217		50,30	
A03BMPA	30		0,200		2		7,57		0,120		6,99	
A01SANSI	1700		0,440		2		8,5		0,072		2,64	
A01ACAHU	28000		0,480		2		7,25		2,434		48,44	
A02ACAHU	17000		0,430		2		8,48		2,011		43,70	
A03ACAHU	800		0,370		7,98		8,28		1,908		46,09	
A01RITI	200		0,230		2		8,24		0,941		37,04	
A02RITI	80		0,230		2		8,05		0,862		33,68	
A03RITI	110		0,530		2		8,25		0,928		35,37	
A01SECR	700		0,190		2		8,19		2,227		57,46	
A01RIAMA	400		0,150		2		8,26		0,348		18,88	

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.1.4 Agua para actividades recreativas

En la Cuenca del Río Lempa el 16% de los sitios evaluados cumplen con la normativa para actividades recreativas que involucren el contacto humano con el agua.

Los ríos que presentan aptitud para actividades recreativas son: Río Sumpul, Río Grande de Chalatenango, Río Torola, Río Titihuapa, Río Sesori y Río Lempa en parte alta (en el cantón y caserío Nancitepeque, Nueva Concepción).

Los sitios que no cumplen presentan niveles de oxígeno disuelto menores de 7 mg/L, turbidez media y niveles de Coliformes fecales entre 1100 NMP/100ml y 50,000,000 NMP/100ml, lo que indica altos grados de contaminación orgánica.

Tabla No. 36 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxigeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales
UNIDAD	Mg/L O2	UNT	NMP/100 ml
NORMA	7	10	1000
A 01 MATAL	0,3	980,00	22000000
A 14 ACELH	2,1	70,50	22000000
A 17 ACELH	ND	142,0	30000000
A 25 ACELH	ND	91,0	5000000
A 01 SUCIO	5,2	395,0	13000
A 09 SUCIO	3,6	637,5	240000
A 01 SUQUI	ND	670,0	50000000
A 04 ARANC	ND	280,0	50000000
A 15 SUCIO	0,9	200,0	110000
A 23 SUQUI	5,0	16,5	5000
A 24 SUCIO	5,7	16,5	3000
A 01 RTALQ	4,3	ND	80
A 01 METAY	6,1	9,5	1100
A 02 METAY	5,0	4,0	11000
A 03 METAY	6,8	6,0	280
A 01 SUMPU	7,7	3,0	230
A 02 SUMPU	7,0	8,0	300
A 03 SUMPU	7,6	14,0	300
A 01 TAMUL	6,5	5,0	110
A 03 TAMUL	8,2	5,0	30000
A 01 RGRAN	8,3	1,0	270
A 02 RGRAN	9,0	3,0	2300
A 02 TAMUL	6,0	5,0	2300000
A 04 SUMPU	6,6	ND	40
A 01 RSUCI	6,7	59,5	9000
A 01 TEPEC	6,6	43,5	1700

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales
UNIDAD	Mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml
NORMA	7	10	1000
A 01 QUEZA	6,9	15,5	800
A 02 QUEZA	6,6	39,5	300
A 01 TOROL	8,1	2,0	110
A 02 TOROL	7,2	ND	90
A 01 RSAPO	7,3	5,0	2300
A 08 LEMPA	7,00	5,0	200
A 12 LEMPA	6,55	6,0	700
A 19 LEMPA	6,25	14,0	900
A 01 LEMPA	7,35	18,0	2300
A 17 LEMPA	7,35	15,0	400
A 04 ACAHU	6,65	11,0	1000
A 20 LEMPA	6,55	6,0	30
A 01 SANSI	6,80	8,0	1700
A 01 ACAHU	4,50	4,0	28000
A 02 ACAHU	6,15	4,0	17000
A 03 ACAHU	6,40	ND	800
A 01 RTITI	7,20	7,0	200
A 02 RTITI	6,55	2,0	80
A 03 RTITI	6,05	4,0	110
A 01 SESOR	7,6	9,0	700
A 01 RTAMA	6,4	12,5	400
A 02 RTAMA	6,8	6,0	400

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.2 Región Hidrográfica B - Cuenca del Río Paz

5.2.1 Agua apta para potabilizar

La parte media - baja (Aguas abajo de el puente de la Hachadura). El canal principal del Río Paz es apto para potabilizar por métodos convencionales. Dicho río no puede ser utilizado para ser potabilizado por métodos convencionales en su parte alta, por presentar altos niveles de Coliformes Fecales (hasta 1700 NMP/100ml) .

Los restantes parámetros de calidad de agua cumplen con la aptitud de uso para potabilizar por métodos convencionales.

Tabla No. 37 Resultados de Calidad de Agua para potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxigeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃	mg/L Cl	Unidades Pt-C	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6,5 a 9,2	4 a 6,5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 o 4	5	1	1000	
B01 RIPAZ	7,90	7,8	14,0	13,60	5,99	22,50	243,00	2,10	2,00	0,01	0,01	1700	2,439
B02 RIPAZ	8,63	7,6	11,5	9,40	25,94	17,00	327,00	3,00	2,00	ND	0,01	700	5,879
B03 RIPAZ	8,02	7,4	4,0	9,70	43,90	19,50	367,00	0,90	1,00	0,01	0,01	50	8,348
B04 RIPAZ	8,28	9,8	4,0	8,90	41,90	27,00	357,00	0,40	1,00	0,02	0,01	220	9,686

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.2.2 Agua con calidad ambiental

En la Tabla No. 38 se muestran los resultados de la calidad ambiental del canal principal del Río Paz; los resultados muestran que en general el agua es clasificada como “Regular”, lo que limita el desarrollo de vida acuática.

Tabla No. 38 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
B 01 RIPAZ	59	REGULAR
B 02 RIPAZ	59	REGULAR
B 03 RIPAZ	71	BUENA
B 04 RIPAZ	67	REGULAR

5.2.3 Agua para riego

En general la calidad de las aguas para riego es buena y solamente en la parte alta del canal principal del Río Paz se presenta el parámetro de Coliformes fecales fuera de norma con un valor de 1700 NMP/100ml.

Tabla No. 39 Resultados de Calidad de Agua para Riego

SITIO DE MUESTREO	Coliformes Fecales	Conductividad	Cloruros	pH		RAS	% Sodio
	NMP/100ml	ns/cm	mg/l Cl	unidades de pH			meq/l
	Menor o igual a 1000 NMP/100ml	Menor o igual a 0,750 ns/cm	Menor o igual a 195 mg/l	Mayor o igual a 6,5 y menor o igual a 8,4	Menor o igual que 10	Menor o igual que 60	
B01 RIPAZ	1700	0,300	5,99	7,9		2,523	54,61
B02 RIPAZ	700	0,440	25,94	8,63		2,420	53,80
B03 RIPAZ	50	0,400	43,90	8,02		3,573	62,20
B04 RIPAZ	220	0,540	41,90	8,28		3,237	60,48

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.2.4 Agua para actividades recreativas

En la Cuenca del Río Paz los sitios de muestreo aguas abajo del puente de la Hachadura cumplen con la normativa para actividades recreativas que involucren contacto humano con el agua.

Los sitios que no cumplen es porque presentan niveles medios de turbidez y un valor de Coliformes fecales de 1700 NMP/100ml.

Tabla No. 40 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	UNIDAD	NORMA	B 01 RIPAZ	B 02 RIPAZ	B 03 RIPAZ	B 04 RIPAZ
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	7	7,8	7,6	7,4	9,8
Turbidez	UNT	10	14,0	11,5	4,0	4,0
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000	1700	700	50	220
Aforos			2,439	5,879	8,348	9,686

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.3 Región Hidrográfica C - Cara Sucia - San Pedro

5.3.1 Agua para potabilizar

Las aguas del canal principal del Río Paz son aptas para ser potabilizadas por métodos convencionales en la parte media-baja. Dicho río no cumple con la aptitud de uso en la parte alta por presentar un valor de 1700 NMP/100ml de Coliformes fecales.

Los restantes parámetros de calidad de agua cumplen con la aptitud de uso para potabilizar por métodos convencionales.

Tabla No. 41 Resultados de Calidad de Agua para potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃	mg/L Cl ⁻	Unidades Pt Co	mg/L	mg/L Fend	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6,5 a 9,2	4 a 6,5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 o 4	5	1	1000	
C01 SUZIA	8,01	8,5	ND	6,10	2,00	1,00	180,00	3,30	1,00	0,01	0,01	1300	0,080
C02 SUZIA	7,85	6,6	ND	6,10	2,00	1,00	186,00	4,50	1,00	0,01	0,01	1300	0,079
C03 SUZIA	8,08	8,2	ND	6,40	3,99	123,50	185,00	3,60	1,00	0,03	0,01	2300	0,063
C01 NARAN	7,39	6,85	ND	6,60	2,00	3,00	111,00	2,00	0,30	0,01	0,01	220	0,053
C02 NARAN	7,86	7,20	ND	6,40	2,00	3,00	131,00	3,40	3,00	0,01	0,01	8000	0,043
C01 ROSAR	7,53	8,80	2,0	6,60	2,00	7,00	155,00	2,50	1,00	0,01	0,01	800	0,102
C02 ROSAR	7,73	6,95	7,0	5,50	3,99	14,00	162,00	0,60	3,00	ND	0,01	5000	0,176
C01 GUAYA	7,57	7,35	8,00	6,10	2,00	14,00	122,00	4,00	0,40	0,02	0,01	40	0,187
C02 GUAYA	7,56	7,10	21,0	9,70	3,99	68,00	149,00	3,75	7,00	0,01	0,01	160000	0,091

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.3.2 Agua con calidad ambiental

En la Tabla No. 42 se muestran los resultados de la calidad ambiental (que permite el desarrollo de la vida acuática) del canal principal de los ríos Cara Sucia, Los Naranjos, El Rosario y Guayapa; los resultados muestran que las aguas de la parte alta de los ríos Los Naranjos, El Rosario y Guayapa es de calidad "Buena", lo cual indica que permite el desarrollo de vida acuática.

El Río Cara Sucia y las partes bajas de las subcuencas restantes son de calidad "Regular", lo que indica que el desarrollo de vida acuática es limitado.

Tabla No. 42 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
C 01 SUCIA	69	REGULAR
C 02 SUCIA	68	REGULAR
C 03 SUCIA	63	REGULAR
C 01 NARAN	78	BUENA
C 02 NARAN	61	REGULAR
C 01 ROSAR	71	BUENA
C 02 ROSAR	63	REGULAR
C 01 GUAYA	82	BUENA
C 02 GUAYA	45	MALA

5.3.3 Agua para riego

En general la calidad de las aguas para riego es buena y en pocos casos se tiene problemas con pH, conductividad y altos niveles de sodio como se muestra en la tabla No. 43; lo que sí es un problema de contaminación para riego son los altos niveles de Coliformes fecales, cuyos valores oscilan entre 1300 NMP/100ml y 160,000 NMP/100ml.

Tabla No. 43 Resultados de Calidad de Agua para Riego

SITIO DE MUESTREO	Coliformes Fecales NMP/100ml	Conductividad nS/cm	Cloros mg/l Cl-1	pH unidades de pH	RAS	% Sodio meq/l
	Menor o igual a 1000 NMP/100ml	Menor o igual a 0,750 ms/cm	Menor o igual a 195 mg/l	Mayor o igual a 6,5 y menor o igual a 8,4	Menor o igual que 10	Menor o igual que 60
COISUCIA	1300	0,210	2	8,01	0,464	22,48
CO2SUCIA	1300	0,220	2	7,85	0,210	11,00
CO3SUCIA	2300	0,220	3,99	8,08	0,193	10,49
CO1NARAN	220	0,120	2	7,39	0,172	11,25
CO2NARAN	8000	0,130	2	7,86	0,155	9,71
CO1ROSEAR	800	0,190	2	7,53	0,123	6,87
CO2ROSEAR	5000	0,170	3,99	7,73	0,100	5,31
CO1GUAYA	40	0,180	2	7,57	0,111	6,70
CO2GUAYA	160000	0,180	3,99	7,56	0,108	6,71

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.3.4 Aguas para actividades recreativas

En general la calidad de agua de la Región Hidrográfica Cara Sucia - San Pedro no es apta para realizar actividades recreativas que involucren el contacto humano con el agua. Solamente la parte alta de los ríos El Rosario y Guayapa cumplen con la normativa.

Tabla No. 44 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml
NORMA	7	10	1000
C 01 SUCIA	8,5	ND	1300
C 02 SUCIA	6,6	ND	1300
C 03 SUCIA	8,2	ND	2300
C 01 NARAN	6,85	ND	220
C 02 NARAN	7,20	ND	8000
C 01 ROSAR	8,80	2,0	800
C 02 ROSAR	6,95	7,0	5000
C 01 GUAYA	7,35	8,00	40
C 02 GUAYA	7,10	21,0	160000

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.4 Región Hidrográfica D – Río Grande de Sonsonate

5.4.1 Agua para potabilizar

En la cuenca del Río Grande de Sonsonate se evaluaron los ríos Grande de Sonsonate y Ceniza, de ocho sitios evaluados ninguno cumplió con la aptitud de agua cruda para potabilizar por métodos convencionales.

El agua de estos ríos presenta altos niveles de Coliformes fecales y DBO₅ y valores de fenoles que oscilan de 3.7 mg/L a 4.3 mg/L, lo que indica un alto grado de contaminación orgánica

Tabla No. 45 Resultados de Calidad de Agua para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fosfatos	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃	mg/L Cl	Unidades Pt-Co	mg/L	mg/L Fend	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100ml
NORMA	6.5 a 9.2	4 a 6.5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 600	3.5	3 a 4	5	1	1000
D01 CENZ	7,76	7,6	ND	21,40	3,99	12,00	228,00	4,00	1,00	0,09	0,01	5000
D02 CENZ	6,89	3,6	39,0	12,90	3,99	249,00	406,00	4,30	24,00	0,01	0,01	160000
D03 CENZ	7,38	4,1	60	10,10	19,95	73,00	432,00	3,70	14,00	0,10	0,01	90000
D04 CENZ	8,09	5,5	30	8,60	19,95	32,50	402,00	1,40	6,00	0,01	0,01	13000
D03 GRAND	7,63	7,9	40	19,70	5,99	159,50	251,00	4,00	3,00	0,07	0,01	160000
D01 GRAND	7,82	7,3	90	22,40	5,99	30,00	258,00	3,50	1,00	0,01	0,01	8000
D02 GRAND	7,96	7,0	120	21,80	3,99	43,00	237,00	2,75	3,00	0,01	0,01	5000
D04 GRAND	7,73	7,3	40	9,90	15,96	32,00	269,00	3,80	3,00	0,03	0,01	160000

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.4.2 Agua con calidad ambiental

La calidad ambiental de los ríos Grande de Sonsonate y Ceniza oscila de “Regular” a “Mala”, siendo de mejor calidad en la parte alta de la subcuencas, es decir, permite la vida acuática pero de una forma muy limitada.

Tabla No. 46 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
D 01 CENIZ	60	REGULAR
D 02 CENIZ	30	MALA
D 03 CENIZ	44	MALA
D 04 CENIZ	47	MALA
D 01 GRAND	57	REGULAR
D 02 GRAND	53	REGULAR
D 03 GRAND	43	MALA
D 04 GRAND	41	MALA

5.4.3 Agua para riego

En general la calidad de las aguas para riego es buena a excepción de los altos niveles de Coliformes fecales, cuyos valores oscilan entre 5000 NMP/100ml y 160,000 NMP/100ml.

Tabla No. 47 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIO/DEMUESTRO	Coliformes Fecales	Conductividad	Ocursos	pH	RAS	%Sodio
	NMP/100ml	ns/cm	ng/l Cl-1	unidades de pH		meq/l
	Menor o igual a 1000 NMP/100ml	Menor o igual a 0.750 ns/cm	Menor o igual a 195 ng/l	Mayor o igual a 6.5 y menor o igual a 8.4		Menor o igual que 10
D1CENZ	13000	0.660	19.95	8.09	0.457	17.37
D11CENZ	5000	0.310	3.99	7.76	1.187	33.73
D12CENZ	160000	0.330	3.99	6.89	0.752	26.23
D13CENZ	90000	0.700	19.95	7.38	0.365	11.58
D14GRAND	160000	0.340	5.99	7.63	0.368	14.27
D15GRAND	8000	0.490	5.99	7.82	0.112	4.65
D16GRAND	5000	0.340	3.99	7.96	0.107	4.78
D17GRAND	160000	0.460	15.96	7.73	0.097	3.98

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma.

5.4.4 Aguas para actividades recreativas

Los resultados muestran que la calidad de agua de los ríos Ceniza y Grande de Sonsonate no son aptas para actividades recreativas debido a los altos niveles de Coliformes fecales y bajos niveles de oxígeno disuelto en el Río Ceniza.

Tabla No. 48 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml	
NORMA	7	10	1000	
D 04 CENZ	5,5	3,0	13000	2,556
D 01 CENZ	7,6	ND	5000	0,719
D 02 CENZ	3,6	39,0	160000	1,116
D 03 CENZ	4,1	6,0	90000	2,264
D 03 GRAND	7,9	4,0	160000	3,066
D 01 GRAND	7,3	9,0	8000	0,066
D 02 GRAND	7,0	12,0	5000	2,622
D 04 GRAND	7,3	4,0	160000	0,422

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.5 Región Hidrográfica E - Comalapa - Mandinga

5.5.1 Agua Apta para potabilizar

En la cuenca del Río Comalapa se evaluaron ocho ríos de los cuales se observa en general buenos resultados fisicoquímicos y pésimos resultados bacteriológicos; de los ocho sitios

evaluados ninguno cumplió con la aptitud de agua cruda para potabilizar por métodos convencionales.

La calidad de sus aguas presenta altos niveles de Coliformes fecales que oscilan de 1300 NMP/100 ml a 300,000 NMP/100ml y valores de fenoles que oscilan de 4.2 mg/L a 5 mg/L.

Tabla No. 49 Resultados de Calidad de Agua Apta para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃ -	mg/L Cl-	Pt-Co	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6.5 a 9.2	4 a 6.5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3.5	3 o 4	5	1	1000	
E 01 COMAL	7,90	7,1	12	5,9	2,00	13,5	218,00	1,80	2,0	ND	0,01	1300	0,030
E 02 COMAL	7,53	6,0	15	5,4	7,98	14,5	234,00	2,00	1,0	0,02	0,01	5000	0,156
E 03 COMAL	7,41	6,0	26,5	6,8	9,98	23,0	276,00	0,80	1,0	ND	0,01	11000	0,158
E 01 RJUTE	7,96	5,2	1,0	13,70	29,98	62,00	434,00	2,60	6,00	ND	0,01	220000	0,029
E 01 ANTON	7,81	5,7	6,0	13,20	5,99	27,00	266,00	0,50	3,00	ND	0,01	1300	0,128
E 02 ANTON	7,87	5,7	4,0	9,90	7,98	12,00	266,00	0,50	2,00	ND	0,01	50000	0,099
E 01 CHILA	7,96	7,7	3,0	12,40	7,98	37,00	219,00	4,20	1,00	ND	0,01	2300	0,185
E 02 CHILA	7,92	6,0	1,0	11,80	7,98	46,50	249,00	0,60	1,00	ND	0,01	300000	0,149
E 01 COMAS	7,60	6,2	2,0	6,30	7,98	44,00	217,00	2,70	5,00	ND	0,01	5000	0,051
E 01 MIZAT	8,06	6,5	1,0	5,30	2,00	22,00	157,00	0,90	2,00	ND	0,01	2300	0,178
E 02 MIZAT	8,06	6,5	5,5	6,20	2,00	24,50	164,00	1,90	3,00	0,01	0,01	22000	0,163
E 01 SUNZA	7,71	6,0	1,0	4,80	2,00	26,00	187,00	5,00	3,00	0,01	0,01	24000	0,133
E 01 APANC	7,70	6,7	1,0	6,50	3,99	19,00	176,00	0,40	0,10	0,03	0,01	1300	0,098

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.5.2 Agua con calidad ambiental

La calidad ambiental de los ríos de la Región Comalapa oscila de “Regular” a “Mala”, siendo de mejor calidad en la parte alta de la subcuencas, en las cuales se puede dar el desarrollo de vida acuática, el cual se va limitando aguas abajo.

Tabla No. 50 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
E 01 COMAL	64	REGULAR
E 02 COMAL	58	REGULAR
E 03 COMAL	47	MALA
E 01 RJUTE	35	MALA
E 01 ANTON	56	REGULAR
E 02 ANTON	48	MALA
E 01 CHILA	64	REGULAR
E 02 CHILA	45	MALA
E 01 COMAS	60	REGULAR
E 01 MIZAT	67	REGULAR
E 02 MIZAT	57	REGULAR
E 01 SUNZA	55	REGULAR
E 01 APANC	70	REGULAR

5.5.3 Agua para riego

Todos los sitios de muestreo en las subcuencas de la Cuenca Comalapa presentan una calidad de agua fisicoquímica adecuada para actividades agrícolas a excepción de los niveles de Coliformes fecales que oscilan de 1300 NMP/100ml a 300000 NMP/100ml.

Tabla No. 51 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIODEMUESTREO	Coliformes Fecales	Conductividad	Oloros	pH		RAS	%Sdo
	NMP/100ml	ns/cm	mg/l Cl-1	unidades de pH			req/l
	Menor o igual a 1000	Menor o igual a 0.750	Menor o igual a 195	Mayor o igual a 65 y menor o igual a 84	Menor o igual que 10	Menor o igual que 60	
H01COMAL	1300	0.250	2	7.9		0.584	24.17
H02COMAL	5000	0.280	7.98	7.53		0.614	26.05
H03COMAL	11000	0.300	9.98	7.41		0.557	21.14
H01ANICN	1300	0.300	5.99	7.81		3.832	65.27
H02ANICN	50000	0.270	7.98	7.87		3.080	59.27
H01CHILA	2300	0.290	7.98	7.96		2.368	53.40
H02CHILA	30000	0.290	7.98	7.92		1.566	43.44
H01COMAS	5000	0.280	7.98	7.6		1.238	40.64
H01MZAT	2300	0.200	2	8.06		1.262	40.51
H02MZAT	22000	0.900	2	8.06		0.957	34.05
H01SUNZA	24000	0.220	2	7.71		0.755	29.18
H01APANC	1300	0.220	3.99	7.7		0.489	21.07
H02APANC	1700	0.290	9.98	7.36		0.360	14.12

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.5.4 Aguas para actividades recreativas

En la presente cuenca los niveles bajos de oxígeno disuelto que oscila de 5.2 a 6.7 mg/L y los niveles altos de Coliformes fecales que oscilan de 1300 NMP/100ml a 300000 NMP/100ml, no permiten el desarrollo de actividades recreativas que involucren el contacto humano con el agua.

Tabla No. 52 Resultados de Calidad de Agua para Contacto Humano

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml	
NORMA	7	10	1000	
E 01 COMAL	7,1	12	1300	0,030
E 02 COMAL	6,0	15	5000	0,156
E 03 COMAL	6,0	26,5	11000	0,158
E 01 RJUTE	5,2	1,0	220000	0,029
E 01 ANTON	5,7	6,0	1300	0,128
E 02 ANTON	5,7	4,0	50000	0,099
E 01 CHILA	7,7	3,0	2300	0,185
E 02 CHILA	6,0	1,0	300000	0,149
E 01 COMAS	6,2	2,0	5000	0,051
E 01 MIZAT	6,5	1,0	2300	0,178
E 02 MIZAT	6,5	5,5	22000	0,163
E 01 SUNZA	6,0	1,0	24000	0,133
E 01 APANC	6,7	1,0	1300	0,098

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.6 Región Hidrográfica F - Jiboa - Jalponga - Estero de Jaltepeque

5.6.1 Agua apta para potabilizar

A pesar de que el Río Jalponga presenta características físico químicas deseables para ser potabilizadas, posee altos niveles de contaminación fecal; por otro lado, el Río Jiboa presenta altos niveles de color aparente y Coliformes fecales principalmente por el impacto que causa el Río El Desagüe y los altos niveles de sedimentos que transporta.

Por otro lado, los ríos El Guayabo y San Antonio presentan altos niveles de contaminación fecal.

Tabla No. 53 Resultados de Calidad de Agua para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃	mg/L Cl	Pt-Co Unidades	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6.5 a 9.2	4 a 6.5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 o 4	5	1	1000	
F 01 JALPO	7,76	4,8	7,0	5,30	2,00	40,00	181,00	1,40	2,00	ND	0,01	3000	0,179
F 02 JALPO	8,02	5,5	1,0	6,30	5,99	62,00	189,00	1,80	2,00	ND	0,01	5000	0,131
F 03 JALPO	8,18	7,6	2,0	9,10	3,99	43,50	179,00	2,60	2,00	0,01	0,01	3000	0,145
F 01 JIBOA	7,73	7,15	ND	5,90	2,00	12,00	200,00	3,65	0,33	0,01	0,01	130	0,071
F 02 JIBOA	7,94	9,2	1,0	8,70	2,00	34,00	189,00	0,70	3,00	0,01	0,01	50000	0,106
F 03 JIBOA	8,08	7,6	32,5	2,40	3,99	838,00	295,00	0,50	1,00	0,01	0,01	13000	0,632
F 04 JIBOA	8,41	7,9	5,5	2,10	5,99	327,00	261,00	4,05	1,00	0,04	0,05	1700	1,130
F 05 JIBOA	7,94	7,2	205,5	12,0	5,99	484,00	280,00	1,3	1,0	ND	0,01	800	0,880
F 01 GUAYA	7,51	6,9	26,0	12,3	58,86	123,00	382,00	0,50	1,00	ND	0,01	1700	0,268
F 01 ANTON	7,74	7,4	ND	8,10	3,99	16,50	251,00	3,50	2,00	0,01	0,01	17000	0,245

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.6.2 Agua con calidad ambiental

La calidad ambiental del Río Jalponga según el ICA es calificada como "Regular", lo que indica que limita el desarrollo de vida acuática.

Por otro lado, solamente la parte alta del Río Jiboa presenta una calidad ambiental "Buena", debido a la poca interferencia antropogénica en la zona por su difícil acceso; al contrario, en la parte media - baja de la cuenca, la calidad de agua sufre cambios debido al desarrollo de actividades antropogénicas y el ingreso del Río el Desagüe el que contiene altos niveles de sedimentos. Los resultados se muestran en la Tabla No. 54.

Tabla No. 54 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
F 01 JALPO	58	REGULAR
F 02 JALPO	56	REGULAR
F 03 JALPO	59	REGULAR
F 05 JIBOA	48	MALA
F 01 GUAYA	56	REGULAR
F 01 ANTON	55	REGULAR
F 01 JIBOA	73	BUENA
F 02 JIBOA	50	MALA
F 03 JIBOA	53	REGULAR
F 04 JIBOA	64	REGULAR

5.6.3 Agua para riego

Solamente la calidad de agua en la parte alta y en la zona costera del Río Jiboa presenta aptitud para actividades agrícolas. Todos los demás sitios evaluados no cumplen la normativa debido a los altos niveles de Coliformes fecales los cuales oscilan entre 1700 NMP/100ml y 50,000 NMP/100ml.

Tabla No. 55 Resultados de Calidad de Agua para Riego

SITIO DE MUESTREO	Coliformes Fecales	Conductividad	Ocros	pH	RAS	%Sodio
	NMP/100ml	ns/cm	mg/l Cl-1	unidades de pH		meq/l
	Menor o igual a 1000	Menor o igual a 0,750	Menor o igual a 195	Mayor o igual a 6,5 y menor o igual a 8,4	Menor o igual que 10	Menor o igual que 60
F01 JALPO	3000	0,200	2	7,76	1,545	43,14
F02 JALPO	5000	0,220	599	8,02	1,113	33,98
F03 JALPO	3000	0,210	399	8,18	1,955	54,63
F01 GUAYA	1700	0,590	5886	7,51	0,703	24,30
F01 ANTON	17000	0,300	399	7,74	0,775	26,13
F01 JIBOA	130	0,220	2	7,73	0,573	27,00
F02 JIBOA	50000	0,220	2	7,94	0,573	27,00
F03 JIBOA	13000	0,390	399	8,08	0,441	16,66
F04 JIBOA	1700	0,360	599	8,41	0,526	19,92
F05 JIBOA	800	0,350	599	7,94	0,791	27,58

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.6.4 Aguas para actividades recreativas

De los sitios de muestreo evaluados solamente la parte alta del Río Jiboa cumple con la normativa para actividades recreativas que involucren el contacto humano con el agua.

Los demás sitios de muestreo en los ríos evaluados no cumplen con la normativa debido a niveles de altos de turbidez, Coliformes fecales y bajos niveles de oxígeno disuelto como se muestra en la Tabla No. 56.

Tabla No. 56 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml	
NORMA	7	10	1000	
F 01 JALPO	4,8	7,0	3000	0,179
F 02 JALPO	5,5	1,0	5000	0,131
F 03 JALPO	7,6	2,0	3000	0,145
F 05 JIBOA	7,2	205,5	800	0,880
F 01 GUAYA	6,9	26,0	1700	0,268
F 01 ANTON	7,4	ND	17000	0,245
F 03 JIBOA	7,6	32,5	13000	0,632
F 04 JIBOA	7,9	5,5	1700	1,130
F 01 JIBOA	7,15	ND	130	0,071
F 02 JIBOA	9,2	1,0	50000	0,106

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.7 Región Hidrográfica G – Bahía de Jiquilisco

5.7.1 Agua Apta para potabilizar

Los ríos en los que se ubicaron sitios de muestreo en la Región Hidrográfica de la Bahía de Jiquilisco son: El Molino, Roquinte, Juana y Diente de Oro.

Los resultados muestran que las aguas superficiales de esta Región Hidrográfica no cumplen con la normativa de agua para potabilizar por métodos convencionales debido a que contienen altos niveles de contaminación orgánica; se observan altos niveles de Coliformes fecales que oscilan de 11,000 NMP/100ml a 160,000 NMP/100ml; así como, niveles muy altos de fenoles.

Específicamente el Río Juana presenta características anaeróbicas (bajos niveles de oxígeno disuelto en el río); adicionalmente presenta niveles tóxicos de fenoles y nitratos, los cuales producen efectos negativos en la salud de los pobladores dependiendo de la cantidad de

ingesta de agua, peso, susceptibilidad, edad y fisiología de la persona. Lo anterior se debe a que este río transporta las aguas negras de la Ciudad de Usulután.

Tabla No. 57 Resultados de Calidad de Agua Apta para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃ -	mg/L Cl-	Unidades Pt-Co	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6.5 a 9.2	4 a 6.5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 o 4	5	1	1000	
G 01 DENTI	7,03	4,65	4,0	16,10	5,99	31,00	243,00	0,80	2,00	ND	0,01	11000	0,033
G 01 ROQUI	7,07	4,85	ND	15,60	5,99	14,00	239,00	4,00	2,00	0,01	0,01	13000	0,029
G 01 JUANA	7,06	1,4	76,0	51,00	21,95	214,00	321,00	3,70	30,00	ND	PENDIEN	160000	0,325
G 01 MOLIN	6,92	3,9	14,0	26,70	11,97	3,00	368,00	3,10	4,00	ND	PENDIEN	13000	0,046
G 02 MOLIN	7,51	5,6	35,0	18,50	13,97	105,50	407,00	4,00	4,00	ND	PENDIEN	160000	0,658
G 03 MOLIN	7,48	4,4	10,0	15,80	13,97	57,50	354,00	3,40	3,00	ND	PENDIEN	14000	0,625

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.7.2 Agua con calidad ambiental

La calidad ambiental de la Región Hidrográfica de la Bahía de Jiquilisco oscila de “Pésima” a “Regular” indicando que la calidad de agua impide el desarrollo de vida acuática para los ríos El Molino y Juana y limita el desarrollo de vida acuática para los ríos Diente de Oro y Roquinte.

Es importante mencionar que toda esta contaminación impacta negativamente la Bahía de Jiquilisco.

Tabla No. 58 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
G 01 DENTI	51	REGULAR
G 01 ROQUI	52	REGULAR
G 01 JUANA	18	PESIMA
G 01 MOLIN	40	MALA
G 02 MOLIN	39	MALA
G 03 MOLIN	45	MALA

5.7.3 Agua para riego

La calidad del agua de los ríos evaluados no cumple con la normativa de uso para riego debido a los altos niveles de Coliformes fecales que oscilan de 11,000 NMP/100ml a 160,000 NMP/100ml como se muestra en la Tabla No. 59.

Tabla No. 59 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIODEMUESTREO	Coliformes Fecales	Conductividad	Ocuros	pH	RAS	% Sodio
	NMP/100ml	ns/cm	mg/l O-1	unidades de pH		meq/l
	Menor o igual a 1000 NMP/100ml	Menor o igual a 0,750 ns/cm	Menor o igual a 195 mg/l	Mayor o igual a 65 y menor o igual a 84		Menor o igual que 10
COILENI	11000	0,300	5,99	7,03	0,988	32,24
COIRCOI	13000	0,300	5,99	7,07	1,225	37,98
COIJUANA	16000	0,550	21,95	7,06	0,988	26,46
COIMOLIN	13000	0,540	11,97	6,92	0,789	21,65
COIMOLIN	16000	0,520	13,97	7,51	0,668	19,10
COIMOLIN	14000	0,450	13,97	7,48	0,805	22,89

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.7.4 Aguas para actividades recreativas

Todos los ríos de la zona no cumplen con la actitud de aguas para actividades recreativas debido a los altos niveles de contaminación.

Tabla No. 60 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml	
NORMA	7	10	1000	
G 01 DENTI	4,65	4,0	11000	0,033
G 01 ROQUI	4,85	ND	13000	0,029
G 01 JUANA	1,4	76,0	160000	0,325
G 01 MOLIN	3,9	14,0	13000	0,046
G 02 MOLIN	5,6	35,0	160000	0,658
G 03 MOLIN	4,4	10,0	14000	0,625

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.8 Región Hidrográfica H - Cuenca del Río Grande de San Miguel

5.8.1 Agua apta para potabilizar

Solamente el Río Villerías afluente del Río Grande de San Miguel cumple con la normativa para potabilizar por medios convencionales; los otros sitios ubicados en los ríos Las Cañas y Grande de San Miguel no cumplen con la normativa debido a los altos niveles de Coliformes fecales, fenoles y bajos niveles de oxígeno disuelto.

La incidencia de las actividades antropogénicas dentro de la Cuenca del Río Grande de San Miguel afecta la calidad de sus aguas imposibilitando su uso para agua cruda para

procesos de potabilización por métodos convencionales como se muestra en la Tabla No. 61.

Tabla No. 61 Resultados de Calidad de Agua para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxigeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃ -	mg/L Cl-	Unidades Pt-Co	mg/L	mg/L Fenol	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6,5 a 9,2	4 a 6,5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 o 4	5	1	1000	
H01 CAÑAS	7,18	3,60	81,5	4,20	2,00	81,50	168,00	3,50	1,00	ND	0,01	13000	0,121
H02 VILLE	7,73	6,25	22,0	8,00	2,00	22,00	210,00	3,30	0,30	0,01	0,01	700	0,775
H01 GRAND	8,26	7,50	25,0	7,90	13,97	25,00	270,00	3,90	1,00	ND	0,01	700	
H03 GRAND	7,69	4,6	65,5	13,50	23,94	32,00	399,00	3,30	2,00	ND	NR	2400	3,098
H04 GRAND	7,67	2,5	68,0	13,00	39,91	58,00	407,00	3,60	4,00	ND	NR	500	5,473
H02 GRAND	7,32	1,0	66,0	6,14	27,93	219,00	427,00	3,90	25,00	ND	NR	16000	1,872

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.8.2 Agua con calidad ambiental

El agua de la Cuenca del Río Grande de San Miguel oscila de “Pésima” a “Regular” indicando que su calidad impide el desarrollo de vida acuática en los ríos Las Cañas y Grande de San Miguel y limita el desarrollo de vida acuática en el Río Villerías y en la parte alta de la cuenca del Río Grande de San Miguel.

Tabla No. 62 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
H 01 CAÑAS	46	MALA
H 02 VILLE	66	REGULAR
H 01 GRAND	65	REGULAR
H 02 GRAND	24	PESIMA
H 03 GRAND	44	MALA
H 04 GRAND	42	MALA

5.8.3 Agua para riego

El Río las Cañas y el tramo del río Grande de San Miguel ubicado entre la ciudad de San Miguel y la Laguna de Olomega, no cumple con la normativa para riego debido a los altos niveles de Coliformes fecales.

El Río Villerías y la parte baja del río Grande de San Miguel , luego de pasar por la Laguna de Olomega si cumplen con la actitud de uso para riego.

Tabla No. 63 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIODEMUESTREO	Coliformes Fecales		Conductividad		pH		RAS	%Sodio	
	NMP/100ml		ns/cm		unicidad/pH				
	Menor o igual a 100	NMP/100ml	Menor o igual a 0,750	ns/cm	Menor o igual a 6,5	menor o igual a 8,4			Menor o igual que 10
H01CAÑAS	13000		0,230		2		7,18	3,283	66,57
H02VILLE	700		0,280		2		7,73	1,935	43,31
H03GRAND	700		0,370		13,97		8,26	1,067	31,40
H04GRAND	16000		0,610		27,98		7,32	1,520	35,19
H05GRAND	2400		0,680		23,94		7,69	0,607	17,12
H06GRAND	500		0,680		39,91		7,67	0,662	23,19

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.8.4 Aguas para actividades recreativas

Todos los ríos de la zona no son aptas para desarrollar actividades recreativas que involucren el contacto humano con el agua debido a los altos niveles de Coliformes fecales, turbidez y bajos a medios niveles de oxígeno disuelto.

Tabla No. 64 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml	
NORMA	7	10	1000	
H 01 CAÑAS	3,60	81,5	13000	0,121
H 02 VILLE	6,25	22,0	700	0,775
H 01 GRAND	7,50	25,0	700	NR
H 03 GRAND	4,6	65,5	2400	3,098
H 04 GRAND	2,5	68,0	500	5,473
H 02 GRAND	1,0	66,0	16000	1,872

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.9 Región Hidrográfica I - Cuenca del Río Sirama

5.9.1 Agua apta para potabilizar

En la región hidrográfica del Río Sirama existen dos sitios de muestreo, pero debido a la reducción de caudales experimentado en este río en los últimos años durante la época seca, se pudo recolectar muestras solamente del sitio I02SIRAM.

En los resultados presentados en la Tabla No. 65 se muestra que la calidad de agua físico-química es adecuada, pero los altos niveles de contaminación fecal limitan su uso para procesos de potabilizar a través de métodos convencionales.

Tabla No. 65 Resultados de Calidad de Agua para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	UNIDAD	NORMA	J 02 SIRAM
pH	u de pH	6.5 a 9.2	7,51
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	4 a 6.5	5,1
Turbidez	UNT	10 a 250	11,0
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	45	4,70
Cloruros	mg/L Cl ⁻	50 a 250	3,99
Color Aparente	Unidades Pt-C	20 a 150	50,50
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	300 a 660	272,00
Fenoles	mg/L Fenol	3,5	0,90
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O ₂	3 o 4	3,00
Zinc	mg/L Zn	5	ND
Cobre	mg/L Cu	1	NR
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000	9000
Aforos	m ³ /seg		0,067

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.9.2 Agua con calidad ambiental

La calidad ambiental de las aguas de los ríos de la Región Hidrográfica del Río Sirama es clasificada por el ICA como “Regular” indicando que ésta limita el desarrollo de vida acuática como se muestra en la Tabla No. 66.

Tabla No. 66 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
J 02 SIRAM	55	REGULAR

5.9.3 Agua para riego

El Río Sirama no cumple con la normativa para riego debido a los altos niveles de Coliformes fecales; aunque por otro lado, la calidad fisicoquímica del agua es buena para este uso.

Tabla No. 67 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIODEMUESTREO	Coliformes Fecales NMP/100ml	Conductividad nS/cm	Ocros mg/l O-1	pH unidades de pH	RAS	%Sólido mg/l
	Menor o igual a 1000 NMP/100ml	Menor o igual a 0,750 nS/cm	Menor o igual a 195 mg/l	Mayor o igual a 6,5 y menor o igual a 8,4	Menor o igual que 10	Menor o igual que 60
102 SIRAM	9000	0,360	399	7,51	0,600	2210

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.9.4 Aguas para actividades recreativas

El Río Sirama no cumplen con la actitud de aguas para actividades recreativas debido a los altos niveles de Coliformes fecales, turbidez y niveles medios de oxígeno disuelto como se muestra en la Tabla No. 68.

Tabla No. 68 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	UNIDAD	NORMA	J 02 SIRAM
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	7	5,1
Turbidez	UNT	10	11,0
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000	9000

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.10 Región Hidrográfica J

5.10.1 Agua para potabilizar

En la región hidrográfica de la Cuenca del Río Goascorán se ubicaron sitios de muestreo en los ríos Goascoran, Pasaquina, Agua Caliente y Sauce.

En los resultados presentados en la Tabla No. 69 se muestra que la calidad de agua del Río El Sauce y Goascoran en la parte alta media de la cuenca es apta para procesos de potabilización por métodos convencionales.

Los ríos Aguacaliente, Pasaquina y Goascoran en la parte baja de la cuenca no cumplen la normativa para potabilizar por tratamientos convencionales.

Tabla No. 69 Resultados de Calidad de Agua para Potabilizar

PARAMETRO DE CALIDAD DE AGUA	pH	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Nitratos	Cloruros	Color Aparente	Sólidos Totales Disueltos	Fenoles	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Zinc	Cobre	Coliformes fecales	Afros
UNIDAD	u de pH	mg/L O ₂	UNT	mg/L NO ₃ -	mg/L Cl-	Unidades Pt Co	mg/L	mg/L Fend	mg/L O ₂	mg/L Zn	mg/L Cu	NMP/100 ml	m ³ /seg
NORMA	6.5 a 9.2	4 a 6.5	10 a 250	45	50 a 250	20 a 150	300 a 660	3,5	3 a 4	5	1	1000	
J 01 AGUAC	8,69	9,8	ND	5,60	25,94	10,00	741,00	3,50	2,00	ND	0,01	2700	0,060
J 01 SAUCE	8,36	6,4	2,0	5,43	11,97	33,00	367,00	3,30	3,00	ND	NR	300	0,118
J 01 PASAQ	8,81	9,9	12,0	8,80	53,87	60,00	696,00	3,70	2,00	ND	0,01	2300	0,100
J 02 PASAQ	8,54	5,5	ND	7,70	52,88	27,00	647,00	3,50	1,00	ND	0,01	1400	0,120
J 01 GOASC	8,45	8,9	ND	5,75*	2,00	16,00	102,00	0,70	2,00	ND	NR	330	0,808
J 02 GOASC	7,97	7,2	5,0	4,20	2,00	36,00	127,00	3,10	2,00	0,01	NR	110	0,777
J 03 GOASC	9,10	9,8	4,0	2,37	11,97	37,00	215,00	4,80	2,00	ND	NR	2	NR

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.10.2 Agua con calidad ambiental

La calidad ambiental del agua de la Región Hidrográfica del Río Goascoran oscila de “Regular ” a “Buena” indicando que la calidad de agua limita el desarrollo de vida acuática para los ríos Agua Caliente, Pasaquina y Sauce y permite el desarrollo de vida acuática en el Río Goascoran.

Tabla No. 70 Resultados de Calidad Ambiental del Agua

SITIO DE MUESTREO	VALOR	INTERPRETACION
J 01 AGUAC	56	REGULAR
J 01 PASAQ	53	REGULAR
J 02 PASAQ	57	REGULAR
J 01 GOASC	72	BUENA
J 02 GOASC	78	BUENA
J 03 GOASC	73	BUENA
J 01 SAUCE	69	REGULAR

5.10.3 Agua para riego

Los Ríos Pasaquina y Aguacaliente no cumplen con la normativa para riego debido a los altos niveles de Coliformes fecales.

Los ríos Goascorán y Sauce si cumplen con la aptitud de uso para riego y presentan buena calidad de agua.

Tabla No. 71 Resultados de Calidad de Agua para Riego

STIODEMUESTREO	Coliformes Fecales	Conductividad	Ocros	pH	RAS	% Sólido
	NMP/100ml	nS/cm	mg/l O-1	unidades de pH		mg/l
	Menor o igual a 1000 NMP/100ml	Menor o igual a 0,750 ms/cm	Menor o igual a 195 mg/l	Mayor o igual a 6,5 y menor o igual a 8,4		Menor o igual que 10
JOLACUAC	2700	1,080	25,94	8,69	14,022	86,89
JOPASAQ	2300	1,040	53,87	8,81	12,614	84,21
JOPASAQ	1400	0,980	52,88	8,54	11,446	82,47
JOSAUCE	300	0,520	11,97	8,36	5,630	82,44
JOICASC	330	0,130	2	8,45	0,515	24,97
JOCASC	110	0,180	2	7,97	0,995	50,40
JOCASC	2	0,300	11,97	9,1	1,883	57,23

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

5.10.4 Aguas para actividades recreativas

Los ríos Pasaquina, Aguacaliente y Sauce no cumple con la normativa para actividades recreativas que involucren el contacto humano con el agua, debido a los altos niveles de Coliformes fecales, niveles medios de oxígeno disuelto y turbidez.

El Río Goascorán si cumple con la actitud de uso para actividades recreativas.

Tabla No. 72 Resultados de Calidad de Agua para Actividades Recreativas

PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Coliformes fecales	Aforos
UNIDAD	mg/L O ₂	UNT	NMP/100 ml	
NORMA	7	10	1000	
J 01 AGUAC	9,8	ND	2700	0,060
J 01 PASAQ	9,9	12,0	2300	0,100
J 02 PASAQ	5,5	ND	1400	0,120
J 02 GOASC	7,2	5,0	110	0,777
J 01 GOASC	8,9	ND	330	0,808
J 01 SAUCE	6,4	2,0	300	0,118
J 03 GOASC	9,8	4,0	2	NR

Nota: Parámetros sombreados indican que están fuera de norma

VI. MAPAS DE RIESGO POR CONTAMINACION

Como resultado de los análisis realizados, se han elaborado mapas que indican los tramos de los ríos que pueden ser utilizados para los usos evaluados en la presente investigación.

6.1 Mapa de Indices de Calidad de Agua.

En el mapa No. 4, se muestran los resultados de evaluar el ICA en cada uno de los sitios de muestreo. Como puede observarse, un poco más del 50% de los sitios evaluados presentan una calidad “Regular”, lo que indica que existe limitación para el desarrollo de la vida acuática. Por otro lado, no existe aguas de calidad “Excelente” y solamente el 17% de las aguas superficiales presenta una valoración “Buena”, lo cual indica que permite el desarrollo de vida acuática. El restante 32% son aguas con altos niveles de contaminación los cuales imposibilitan el desarrollo de vida acuática.

6.2 Mapa Aguas Aptas para Potabilizar

En el Mapa No. 5 se presentan los tramos de los ríos en los cuales sus aguas pueden ser utilizadas para potabilizar por métodos convencionales. En color rojo se muestran aquellos tramos que no pueden usarse, y en azul, los tramos que pueden emplearse para este fin.

Como se puede observar solamente el 20% de las aguas superficiales puede ser utilizada para potabilizar por métodos convencionales.

6.3 Mapa Aguas aptas para Recreación.

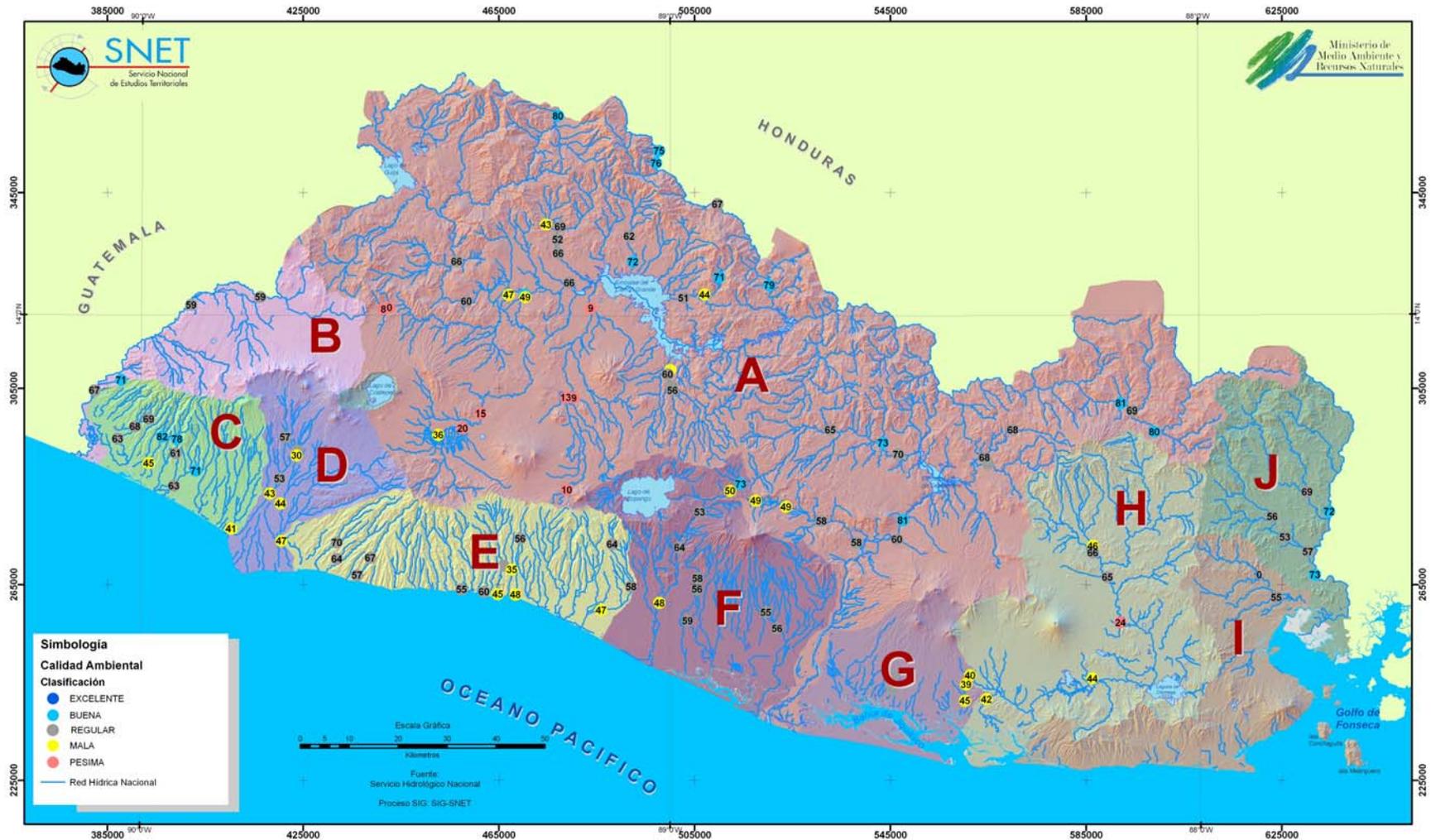
En el Mapa No. 6 se presentan los tramos de los ríos cuyas aguas pueden ser apta para usarlas para recreación efectuando actividades que involucren el contacto humano con el agua.

De los ríos evaluados, solamente en 14% de los mismos pueden desarrollarse actividades recreativas sin riesgo a la salud humana por su contacto.

6.4 Mapa Aguas aptas para Riego

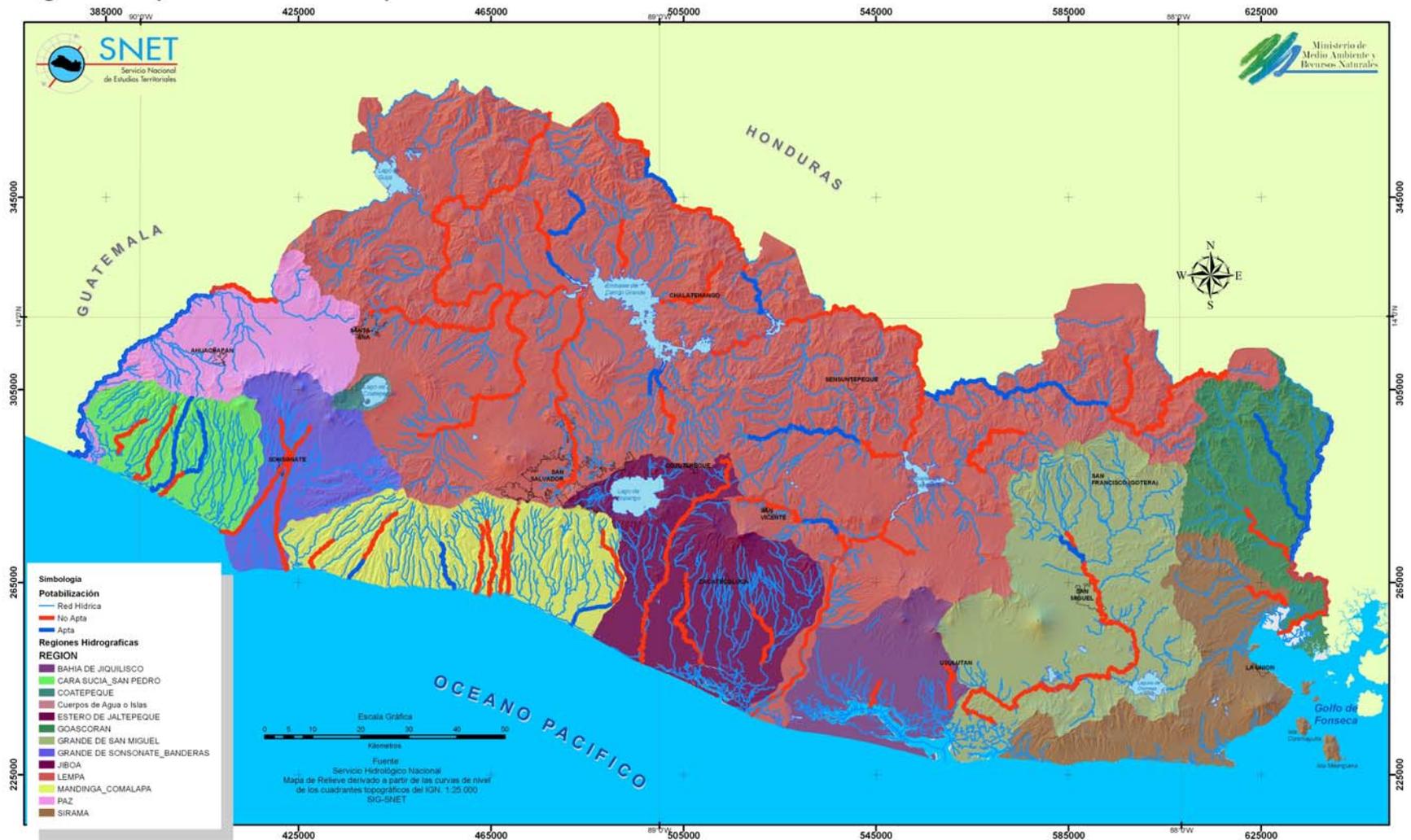
En el mapa No. 7 se muestra los tramos de ríos cuyas aguas presentan aptitud para ser utilizadas en riego, tomando en cuenta que es una línea base y existen cultivos más sensibles. De los 114 sitios evaluados solamente el 24% es recomendable para riego.

Mapa de la Calidad Ambiental de Aguas Superficiales. Resultados 2006



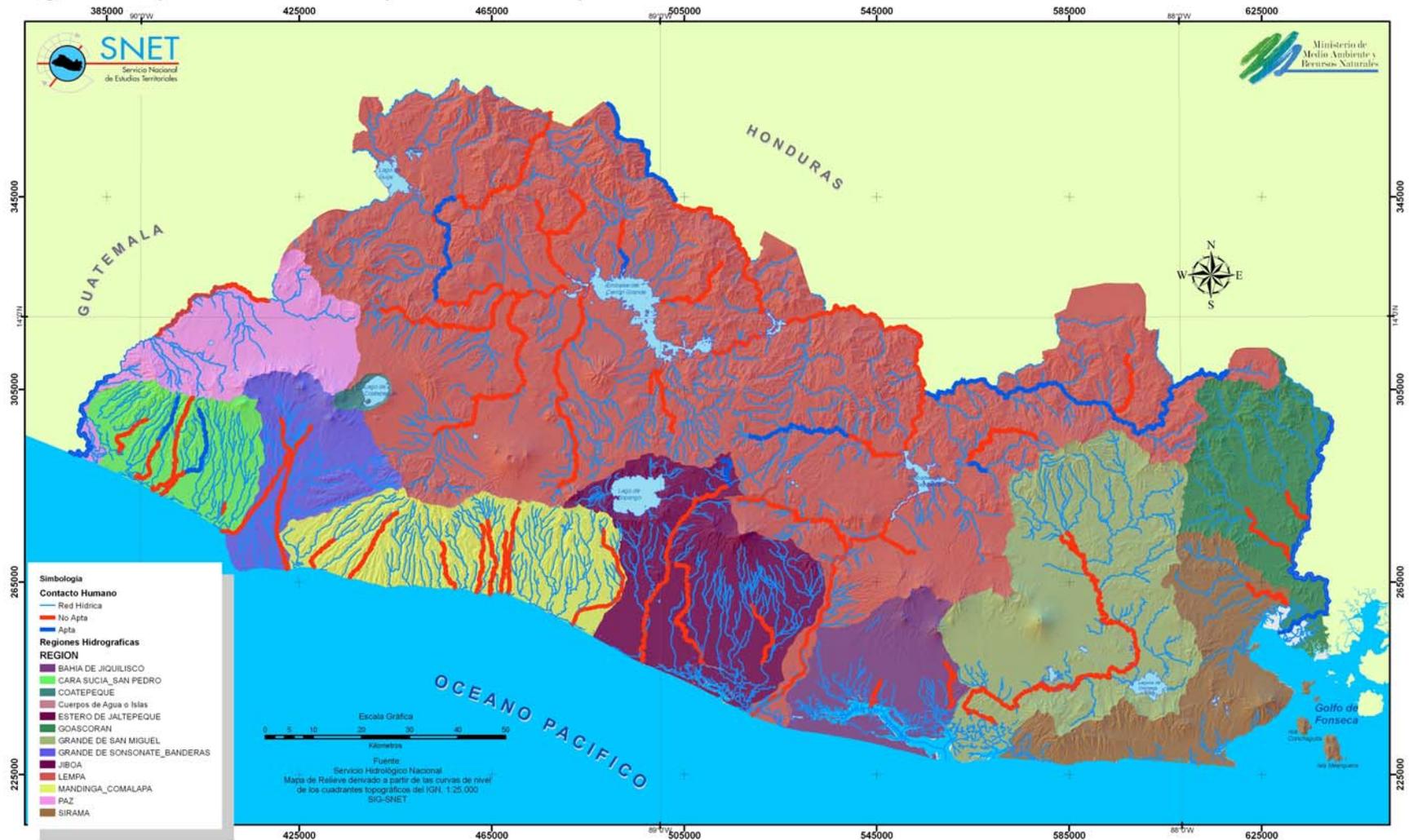
Mapa No. 4 Calidad Ambiental de las Aguas Superficiales

Aguas Superficiales con Aptitud de Potabilización. Resultados 2006



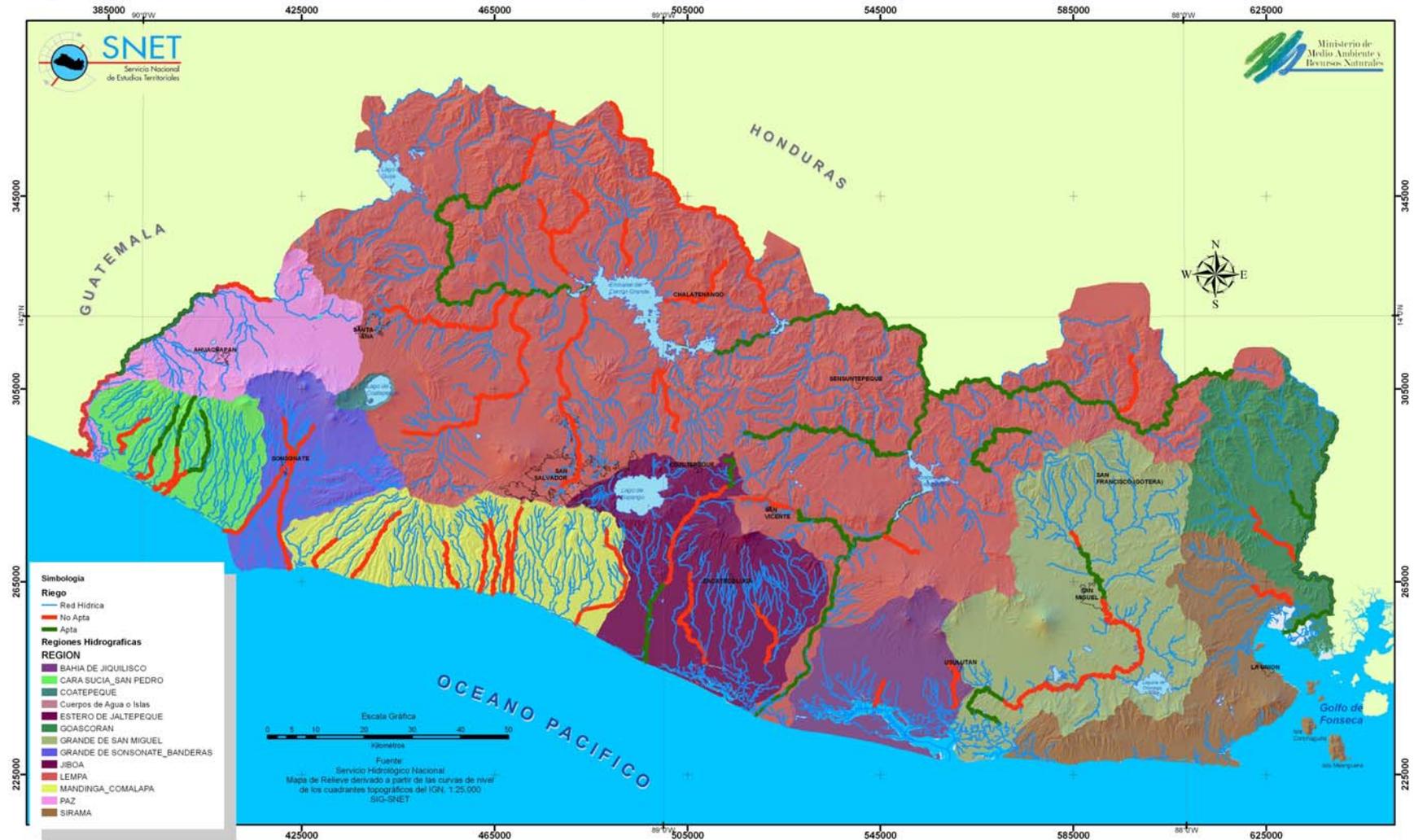
Mapa No. 5 Agua Apta para Potabilizar por Métodos Convencionales

Aguas Superficiales con Aptitud de Uso para Actividades de Recreación. Resultados 2006



Mapa No. 6 Aguas Superficiales con Aptitud para usos Recreativos

Aguas Superficiales con Aptitud de Uso para Riego. Resultados 2006



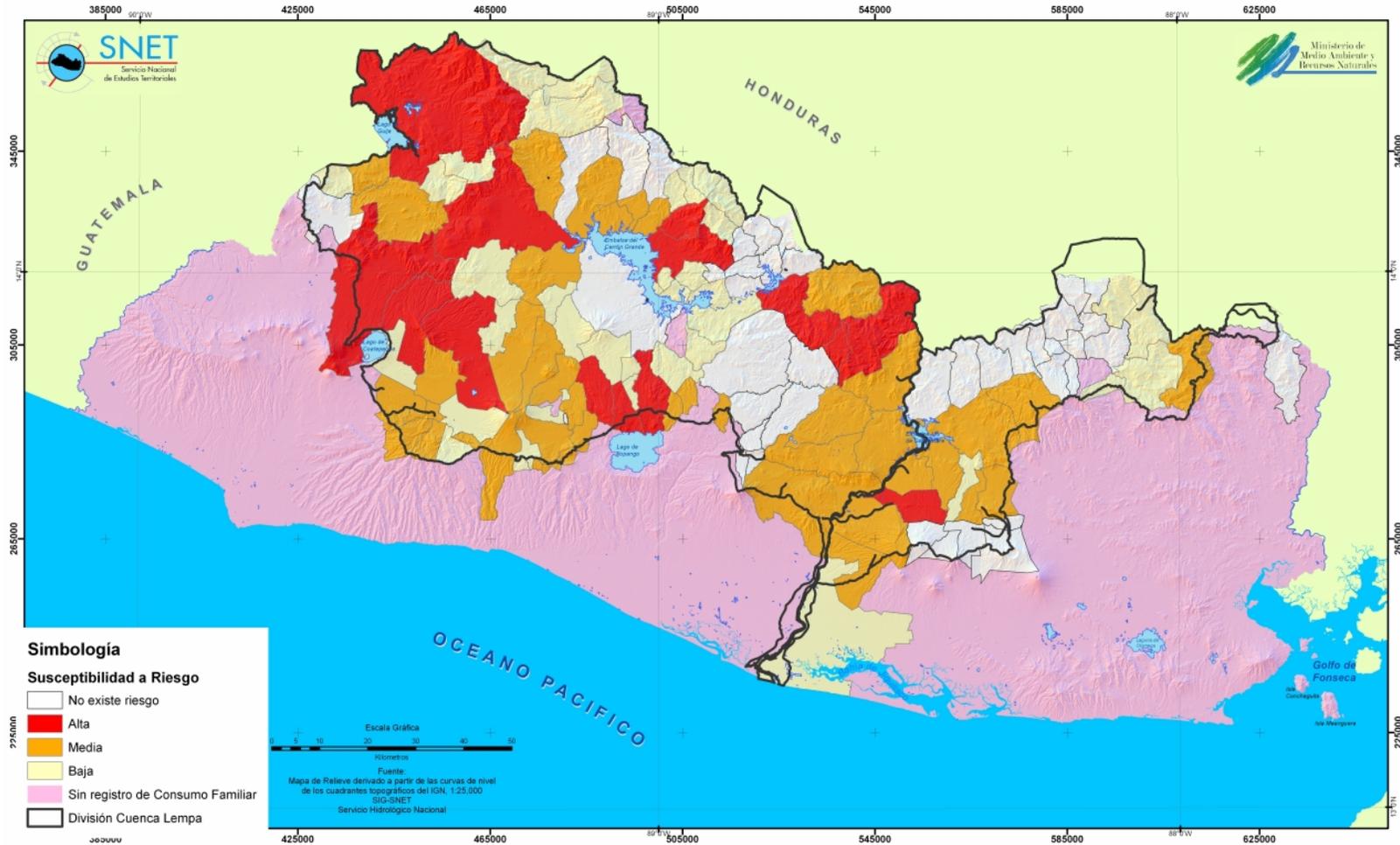
Mapa No. 6 Aguas Superficiales con Aptitud para Riego

6.5 Mapa de Riesgos por Contaminación de Aguas Superficiales

En base a la calidad de las aguas superficiales para procesos de potabilización y el censo de las familias que se abastecen de las aguas superficiales⁵⁶, se ha elaborado el mapa de Riesgos por Contaminación de Aguas Superficiales para la Cuenca del Río Lempa (Mapa No. 7); el cual muestra aquellos municipios de la cuenca en los que se tienen un alto, medio o bajo riesgo por el la utilización del las aguas superficiales para actividades domesticas o consumo después de tratamiento previo.

⁵⁶ DIGESTYC (Censo de 1992)

Mapa de Riesgo por Uso Doméstico de Aguas Superficiales en la Cuenca del Río Lempa



Mapa No. 7 - Mapa de Riesgo por uso de aguas superficiales contaminadas

VII. RESULTADOS

Agua Apta para Potabilizar por métodos convencionales (cloración, filtración y sedimentación) - Orientada a la población que usa el agua de los ríos superficiales para consumo - Utilizando Normativa Nacional Decreto No. 51.

- El 20% de las aguas superficiales es apto para potabilizar por métodos convencionales.
- La mayor limitante para la potabilización del agua por métodos convencionales es la presencia de Fenoles, los cuales no pueden ser removidos por cloración, filtración o sedimentación.

Agua Apta para Riego - Utilizando Normativa Nacional Decreto No. 51.

- El agua del río Lempa que abastece el Distrito de Riego Atiocoyo Norte, es adecuada para riego.
- El agua del río Lempa y del Río Acahuapa que abastecen el Distrito de Riego Lempa-Acahuapa es adecuada para Riego.
- El agua del río Sucio que abastece el Distrito de Riego Atiocoyo Sur tiene limitantes para productos sensibles a contaminación por Coliformes Fecales.
- En general, la calidad físico química de las aguas superficiales de El Salvador es adecuadas para riego. En relación a la calidad bacteriológica del agua, solo el 24% de las aguas superficiales del país, es apta para riego debido a los altos niveles de Coliformes Fecales.

Agua Apta para Usos recreativos con contacto humano (baño) - Utilizando Normativa Internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

- Los ríos evaluados que cumplen con la normativa de agua para actividades acuáticas que involucren el contacto humano son: Río Sumpul, Río Grande, Río Torola, Río Titihuapa, Río Sesori y Río Lempa en la parte alta, Río Paz desde La Hachadura hasta su desembocadura al mar, la cuenca alta del Río El Rosario cuenca alta, la cuenca alta del Río Guayapa, la Cuenca alta del río Jiboa y el Río Goascorán, esto constituye el 14% de las aguas superficiales evaluadas.
- La mayor limitante para usar el agua para actividades recreativas es la turbidez y los coliformes fecales.

Agua Apta para Vida Acuática - Calidad Ambiental - Utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA)

- Solamente el 17% de las aguas superficiales de los ríos de El Salvador presenta una valoración “BUENA”, lo cual indica que permite el desarrollo de vida acuática.
- El 50% de los ríos de El Salvador presenta una Índice de Calidad de Agua “REGULAR”, lo cual indica que existe limitación para el desarrollo de la vida acuática.
- El 20% de los ríos de El Salvador tiene calidad de agua “Mala”
- El 13% de los ríos de El Salvador tienen calidad de agua “Pesima”.
- El 83% de los ríos de El Salvador tienen **algún tipo** de contaminación (Proviene de sumar 50% agua “Regular”, 20% agua “Mala” y 13% Agua “Pésima”)