Informe de Campo WASH No. 425

EL SALVADOR: PROGRAMA DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS EN LA CUENCA ENTRE LA BARRA DE SANTIAGO Y EL IMPOSIBLE

Preparado para la Misión de la USAID en El Salvador
bajo la Tarea WASH No. 471

por

L. Fernando Requena
y
Emilia de Quintanilla

Septiembre de 1993

Water and Sanitation for Health Project
Contract No. 5973-Z-00-8081-00, Project No. 936-5973
is sponsored by the Office of Health, Bureau for Research and Development
U.S. Agency for International Development
Washington, DC 20523

TABLA DE CONTENIDOS

Página

SIGLAS iii
RECONOCIMIENTOS v
UNA NOTA ACERCA DE LOS AUTORES vii
RESUMEN EJECUTIVO ix

1. INTRODUCCION 1

1.1 Finalidad y Objetivos 1
1.2 Ambito de Trabajo 1
1.3 Descripción del Proyecto 2

2. AREA DEL ESTUDIO 3

2.1 Introducción 3
2.2 Características Físicas 3
2.2.1 Clima 3
2.2.2 Suelos y Geología 5
2.2.3 Hidrología 7
2.3 Uso de la Tierra 8
2.4 Areas Naturales 8
2.5 Contaminación del Area 9

3. DATOS EXISTENTES Y ANALISIS DE LOS DATOS 11

3.1 Introducción 11
3.2 Banco Nacional de Datos sobre la Calidad del Agua 11
3.3 Otras Fuentes de Datos sobre la Calidad del Agua 11
3.4 Análisis de los Datos Existentes 12

4. PROGRAMA DE MONITOREO 13

4.1 Descripción del Programa de Monitoreo 13
4.2 Lugares de Muestreo y Medición 13
4.2.1 Muestreo y Medición de Aguas Superficiales 14
4.2.2 Lugares de Muestreo de Aguas Subterráneas 19
4.3 Parámetros de Análisis, Frecuencia de Muestreo y Metodología 20
4.3.1 Parámetros de Análisis 20
4.3.2 Frecuencia de Muestreo 22
4.4 Medición de Flujo 24

4.5 Laboratorios Existentes y Capacidad de Análisis y Muestreo 24
4.6 Costos de Muestreo y Análisis 25

5. CASO DE ESTUDIO 41

5.1 Datos Existentes para el Caso 41
5.2 Análisis de Datos 41
5.3 Fuentes de Contaminación 41
5.4 Alternativas para Eliminar la Contaminación que PROMESA Podría Implementar 42
5.5 Recomendaciones Generales 42

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47

6.1 Conclusiones 47
6.2 Recomendaciones 48

APENDICES
A. Referencias 51
B. Resumen de Entrevistas y Viajes de Campo 53
C. Análisis de la UNICO (1991) 59
D. Artículos de Prensa Escogidos 63
E. Resultados de los Análisis de Agua y Aforos de SalvaNatura 69
F. Datos sobre los Costos de Análisis y Equipos 73
G. Normas de Calidad para Usos del Agua 91
H. Términos de Referencia 99
I. Vertidos de Industrias y Agroindustrias 105

MAPAS
1. Mapa de Ubicación de la Cuenca Barra de Santiago-El Imposible 4
2. Mapa de la Cuenca Barra de Santiago-El Imposible 15

TABLAS
1. Frecuencia de Muestreos en Ríos y Pozos 23
2. Costos Anuales de Muestreo y Análisis 27
3. Presupuestos para Muestreo y Análisis 28

SIGLAS

A.I.D.	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development, Washington, D.C.)
ANR	Oficina de Agricultura y Recursos Naturales (AID)
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
CEL	Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agrícola
EPA	Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency)
FIS	Fondo de Inversión Social de El Salvador
FUSADES	Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MI	Ministerio del Interior
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PLANSABAR	Plan Nacional de Saneamiento Básico Rural
PROMESA	Protección al Medio Ambiente Salvadoreño
SEMA	Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente
SETEFE	Secretaría Técnica del Financiamiento Externo
UEDA	Unidad Especializada del Agua, dependiente de ANDA
UNICO	Universidad Católica de Occidente
USAID	(Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development) (misión en el extranjero)
WASH	Proyecto de Agua y Saneamiento para la Salud)

RECONOCIMIENTOS

Deseamos reconocer la buena voluntad y apoyo proporcionados por la Misión de la USAID/El Salvador durante la preparación de este informe. Especialmente deseamos mencionar la ayuda proporcionada por Peter Gore y Rodolfo Cristales de la Oficina de Agricultura y Recursos Naturales (ANR). También deseamos reconocer la ayuda prestada por Doña Gloria Oliva de la Oficina de ANR, quien nos proporcionó transporte para visitar la zona del proyecto.

Además, deseamos expresar nuestro agradecimiento por la asistencia y dirección prestadas por varias instituciones en el curso de nuestras investigaciones, principalmente SalvaNatura, ANDA, FUSADES, UNICO, CENTA, OPS, UEDA, CEL, SEMEH/MAG, OSPA/MAG, PLANSABAR y Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud.

UNA NOTA ACERCA DE LOS AUTORES

L. Fernando Requena — Nacido en 1942 en Bolivia; ciudadano de los Estados Unidos; BS, Universidad de Oruro, Facultad Nacional de Ingeniería de Bolivia (Ingeniería Civil, 1965); MS, Universidad de Cincinnati, Ohio (Ingeniería Ambiental, 1968). En la actualidad es Ingeniero Principal con Camp Dresser & McKee (1968-93), excepto durante 1970-71 cuando sirvió como Ingeniero de Proyecto con Ingetec, Bogotá, Colombia. Experto en diseño, evaluaciones, informes de factibilidad de proyectos de aguas domésticas, industriales y desechos peligrosos. Experiencia en la preparación de estudios de factibilidad e informes de impacto ambiental para proyectos de aguas residuales y agua potable en los Estados Unidos y otros países, incluyendo Guatemala, El Salvador, Bolivia, Colombia, Venezuela, Chile, Puerto Rico, República Dominicana, India y Omán. Recientemente llevó a cabo la evaluación de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas en varias cuencas de El Salvador. Otra experiencia incluye el diseño de instalaciones de colección y tratamiento de aguas servidas, así como sistemas de tratamiento y distribución de agua potable. Entre los proyectos recientes figuran la preparación de pautas de evaluación ambiental para proyectos de agua y saneamiento en la República Dominicana; evaluación ambiental para proyectos de agua y saneamiento en El Salvador; preparación de proyectos de prefactibilidad y planes de agua y saneamiento, incluyendo evaluaciones ambientales en Guatemala y Chile; y estudios de factibilidad de abastecimiento de agua a comunidades rurales en Omán. Otros proyectos incluyen planes de agua y saneamiento para comunidades rurales de Santa María, Boyacá y Chingaza en Colombia, Aibonito y Villalba en Puerto Rico, y Pune en la India.

Emilia Viera de Quintanilla — Nacida en 1956; de nacionalidad salvadoreña con estudios de arquitectura (4/6) en la Universidad de El Salvador, graduada de Arquitecto en la Universidad Politécnica de El Salvador (UPES), con estudios en Administración y Ejecución de Proyectos Públicos en Costa Rica (ICAP-CINDER) y Formulación y Evaluación de Proyectos en la Universidad Dr. José Matías Delgado. Docente de la UPES y consultora para proyectos ambientales en el área de contaminación del agua (SEMA). Actualmente Directora Ejecutiva de la Asociación Salvadoreña de Profesionales del Agua (ASPAGUA), filial de la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA). Ex miembro del Comité Ejecutivo Protector de los Recursos Hídricos (CEPRHI) (1989-92), ex miembro de la UEDA/ANDA, Unidad Asesora de la Comisión Nacional de Instituciones del Sector Agua y Saneamiento y de la Gerencia General de ANDA, Coordinadora del Proyecto GOES/AID No. 519-0303 "Manejo de Aguas" (1987-92), Técnico en Análisis de Proyectos de Abastecimiento en la Oficina Especializada del Agua (OEDA/MIPLAN) (1983-86). Tuvo una participación activa en el Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (PLAMDARH), CENREN/MAG y Naciones Unidas (1978-83) y el Proyecto de Agua Potable para la Zona Norte de San Salvador para ANDA, con Borns & Roe International-Mauricio Lara.

RESUMEN EJECUTIVO

Antecedentes

El Gobierno de El Salvador reconoce la contaminación ambiental que ha ocurrido en la década pasada y que amenaza a los segmentos pobres de la población con costos de vida mayores debido a una escasez evitable de agua limpia. Además, considera que podrían obtenerse importantes beneficios directos (por ejemplo, la conservación y desarrollo sostenible de una de las zonas más importantes del país, como es la cuenca Barra de Santiago-El Imposible) y colaterales (por ejemplo, una mejora en las tasas de morbilidad) con la gestión racional de los recursos de agua existentes y la neutralización de focos establecidos de contaminación.

En 1991, el Proyecto de Agua y Saneamiento para la Salud (WASH) preparó el Informe de Campo No. 354 en el cual se obtuvieron y evaluaron datos sobre la contaminación de las aguas, suelos y organismos de la cuenca que desagua a la Barra de Santiago. Además, se obtuvieron y analizaron muestras de sedimentos y organismos en la Barra Salada, La Herradura, Jiquilisco y Puerto Parada, con el objeto de comparar los niveles de contaminación en estas zonas con la contaminación de la Barra de Santiago.

El presente estudio tiene como finalidad y objetivo la preparación de este informe, que incluye un plan de monitoreo de la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible por un período de seis años, teniendo en cuenta parámetros físicos, químicos, bacteriológicos e hidrológicos. Este plan de monitoreo incluye aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del estudio y será parte del Proyecto PROMESA en la Barra de Santiago-El Imposible. Además, servirá de ejemplo para estudios posteriores en las otras cuencas importantes del país.

Conclusiones

- Los resultados del estudio de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, llevado a cabo por WASH en 1991, indicaron que existía contaminación fecal prevalente a lo largo del área muestreada. Se determinó que los ríos tenían altas concentraciones de demanda biológica de oxígeno y amoníaco y bajas concentraciones de oxígeno disuelto.
- También se comprobó que, con la excepción de *metamidophos* (Tamaron), las concentraciones de pesticidas, herbicidas y plaguicidas eran bajas. Finalmente, se encontraron altas concentraciones de boro y arsénico en suelos de la zona adyacente al canal de transporte de aguas residuales de la planta geotérmica de Ahuachapán.
- Posteriormente, en abril de 1993, SalvaNatura realizó un muestreo en la zona que arrojó resultados similares a los del estudio de WASH.
- Las principales actividades que contaminan los recursos de agua de la zona están relacionadas con la disposición de aguas servidas y el lavado de ropa, actividades

7

domésticas tales como la industria pecuaria o agrícola, y las descargas geotérmicas de la planta de Ahuachapán.

- El Ministerio de Salud realizó un catastro de vertidos industriales y agroindustriales a nivel nacional. Los resultados de este catastro para el área indican que los principales vertidos son de tipo agroindustrial.
- Con excepción del estudio conducido por WASH en 1991, que representa un período limitado de muestreo y análisis, y el muestreo llevado a cabo por SalvaNatura en abril de 1993, hasta el presente no se ha realizado en la cuenca un estudio sistemático sobre la contaminación del agua, el suelo y la fauna.
- El manejo apropiado de aguas en usos agrícolas y las precauciones que deben tomarse para evitar la contaminación de las aguas de lluvia pueden producir resultados mucho más satisfactorios que el tratamiento de las aguas contaminadas, y a un costo mucho menor.

Recomendaciones

Programa de Monitoreo

- El programa de muestreo de aguas superficiales incluye los nueve ríos siguientes: El Rosario, El Naranjo, Cuilapa, Guayapa, Aguachapío, Izcanal, Cara Sucia, La Palma y San Francisco. Este programa sería el de cobertura máxima, mientras que un programa de cobertura mediana podría incluir la mitad de los puntos propuestos y un programa de cobertura mínima podría incluir sólo una tercera parte de los ríos. La elección del programa dependerá de los fondos disponibles.
- En el programa de cobertura mediana, se podrían muestrear cinco ríos que serían representativos de la cuenca entera. Se proponen los siguientes puntos de muestreo para este programa: Río El Rosario, Río El Naranjo, Río Cara Sucia, Río Aguachapío y Río Guayapa.
- En el programa de cobertura mínima, se incluirían solamente el Río El Rosario, el Río Cara Sucia y el Río Aguachapío.
- El programa de muestreo de aguas subterráneas incluye los 11 pozos siguientes: Hacienda Cara Sucia, Caserío cerca del Zanjón La Danta, Caserío Guayapa Abajo, Hacienda La Danta, Población Cara Sucia, Población San José, El Naranjo, Hacienda Santa Rita, El Achiotal, Hacienda El Camalote, Caserío El Porvenir y Embarcadero de Guayapa. Tal como en el caso de las aguas superficiales, los pozos de muestreo arriba indicados representan la cobertura máxima del programa.
- Un programa de cobertura mediana podría incluir solamente los pozos de mayor producción, que son aquéllos que sirven las haciendas y establos. Estos pozos son los de Hacienda Cara Sucia, Hacienda La Danta, Hacienda Santa Rita, El Achiotal y Hacienda El Camalote.

- Un programa de cobertura mínima sería aquél que incluyera solamente los tres pozos siguientes: Hacienda Cara Sucia, Hacienda Santa Rita y Hacienda El Camalote. El programa elegido dependerá de los fondos disponibles para este programa de monitoreo.

- Se recomienda hacer análisis de los siguientes parámetros:

  Parámetros físicos: olor, temperatura, conductividad eléctrica, pH, turbidez, color, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y sólidos totales.

  Parámetros químicos: oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno de nitratos, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, fosfatos, detergentes, arsénico, boro, sodio, potasio, compuestos organoclorados y compuestos organofosforados.

  Parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes fecales.

- Después de considerar diferentes opciones, concluimos que el programa de monitoreo más recomendable es uno que incluya ciertos parámetros en forma intensiva y otros que se investiguen con menor frecuencia. Específicamente, los sólidos suspendidos o sedimentables, que son indicadores de la erosión de la cuenca, se deberán analizar en forma intensiva en las aguas superficiales, especialmente en la época de lluvias, mientras que los coliformes fecales, plaguicidas, pesticidas y metales se analizarían mensualmente.

- En cuanto al monitoreo de las aguas subterráneas, los parámetros a investigarse serán los contaminantes resultantes de actividades agrícolas y domésticas, o sea, plaguicidas, pesticidas, fertilizantes y coliformes fecales. Los puntos de muestreo están cercanos a los lugares donde se llevan a cabo actividades agrícolas o están cercanos a poblaciones. Algunos pozos están cercanos a la canaleta que lleva la descarga geotérmica de Ahuachapán y podrían estar contaminados por boro y arsénico.

- La frecuencia de muestreo recomendada para los ríos y pozos es mensual para la gran mayoría de los parámetros, excepto para los parámetros físicos de temperatura, turbidez, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto en los ríos, que se propone se hagan diariamente en la época de lluvias y después de cada evento de lluvia en otras épocas del año.

- Los sólidos suspendidos se analizarán conjuntamente con los sólidos sedimentables, hasta que se pueda determinar la correlación entre estos dos parámetros. Una vez que se haya establecido esta relación, se analizarán solamente los sólidos sedimentables sobre una base diaria, mientras que los sólidos suspendidos se analizarán mensualmente.

- Debido a la gran cantidad de muestras a ser tomadas y analizadas, es recomendable la instalación de un pequeño laboratorio de campo en el área del estudio. Este laboratorio podría realizar análisis de sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, pH,

oxígeno disuelto y conductividad. La Compañía Hach produce laboratorios de campo que pueden hacer todos los análisis con la excepción de los de pesticidas y plaguicidas. El costo aproximado de este equipo de laboratorio es de C/175,000.

- Aproximadamente el 65 por ciento de los costos de análisis de las aguas superficiales y el 85 por ciento de los costos de análisis de las aguas subterráneas representan los costos de análisis de plaguicidas y pesticidas. Por esta razon sera necesario determinar durante el primer año de monitoreo si estos analises deberan continuarse. Si los resultados indican de una manera constante que no se detectan estos contaminantes, entonces se dejaría de hacer estos análisis en forma mensual y sólo se llevarían a cabo en forma esporádica y cuando las circunstancias lo dictasen.

- Como se indicó anteriormente, se recomienda la instalación de un laboratorio de campo en el área del estudio. Esto requeriría de personal que realizara el muestreo y los análisis. Los estudiantes de la UNICO podrían participar en el proyecto mientras preparen sus tesis de grado. Sería posible que los costos de muestreo y análisis fueran más bajos si se consiguiera esta participación.

- En general, el manejo apropiado de aguas en usos agrícolas y las precauciones que deben tomarse para evitar la contaminación de las aguas de lluvia pueden producir resultados mucho más satisfactorios que el tratamiento de las aguas contaminadas, y a un costo mucho menor. Con respecto a establos específicamente, se hacen las siguientes recomendaciones:

  Deben proveerse letrinas en áreas apropiadas para el uso de los trabajadores. Estas letrinas pueden ser del tipo de fosa o letrinas aboneras, dependiendo del nivel de la capa freática en la zona.

  Debe minimizarse la cantidad de aguas para bebederos y limpieza, y debe evitarse su contaminación innecesaria.

  Debe evitarse la contaminación del agua de lluvia que cae en los establos. Gran parte de los establos están a la intemperie y en pendiente, de tal modo que la lluvia lava los establos llenos de estiércol hacia ríos u otras corrientes de agua superficiales. Los establos deben construirse con techo de tal modo que el agua de lluvia no sea contaminada. La limpieza de los establos debe hacerse en seco.

  El estiércol debe almacenarse en zonas apropiadas que no produzcan problemas de contaminación de las aguas de lluvia. Estas zonas de almacenamiento deben estar lejos de corrientes de agua, en zonas planas. El estiércol puede utilizarse como abono y su disposición final debe hacerse tan pronto como sea posible.

10

Capítulo 1

INTRODUCCION

1.1 Finalidad y Objetivos

La finalidad y objetivo de este estudio es preparar un informe para el diseño de un plan de monitoreo para un período de seis años en la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible, teniendo en cuenta parámetros químicos, físicos, bacteriológicos e hidrológicos.

Este plan de monitoreo incluye aguas superficiales y subterráneas en la cuenca indicada y formará parte del Proyecto PROMESA auspiciado por la AID. El Proyecto PROMESA y la cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible son importantes para la ecología del país, como lo atestiguan los artículos de prensa incluidos en el Apéndice D.

1.2 Ambito de Trabajo

El ámbito de trabajo se presenta en forma completa en el Apéndice H. Se presenta a continuación un resumen del ámbito de trabajo, el cual incluye las siguientes tareas:

- Revisión de la información existente en ANDA, PLANSABAR y el MAG para determinar los puntos de contaminación en la cuenca,
- Con base en esta revisión, proponer un plan de muestreo para cuantificar los contaminantes,
- Usando datos del informe preliminar de WASH, preparar un programa de muestreo para identificar cambios en los recursos de agua durante el curso del Proyecto PROMESA,
- Identificar laboratorios locales y la forma de obtener las muestras y llevar a cabo los análisis, e indicar costos,
- Proveer un ejemplo de cómo los datos de monitoreo deben ser utilizados para guiar las decisiones. Este ejemplo ilustrativo dará ideas acerca de políticas, tecnologías y otras alternativas apropiadas que podrían llevarse a cabo en el Proyecto PROMESA para resolver los problemas,
- Recomendar un régimen de monitoreo del flujo de las corrientes de agua en el área del estudio,
- Identificar las necesidades de laboratorio, equipo y personal para llevar a cabo el plan de monitoreo a nivel local, y

//

- Finalmente, preparar un informe que describa el plan de monitoreo y hacer una presentación verbal del programa.

1.3 Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la preparación de un plan de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas en la cuenca del estudio. Para preparar este plan, se revisaron los datos existentes en ANDA, PLANSABAR y el Ministerio de Agricultura (MAG) en la región. El plan incluye la elección de los parámetros a medirse, la frecuencia y los lugares de muestreo, la localización y los requisitos de laboratorios, y los métodos y lugares de medición de flujos. Además, se hicieron visitas de campo para identificar típicas actividades contaminantes en la cuenca y formas de eliminarlas.

12

Capítulo 2

AREA DEL ESTUDIO

2.1 Introducción

El área del estudio comprende la cuenca de la Barra de Santiago-Bosque El Imposible, la cual está ubicada en la parte sudoccidental de El Salvador, en el Departamento de Ahuachapán, cerca de la frontera con la República de Guatemala (Mapa No. 1), orientada de norte a sur hacia el Océano Pacífico. Los ríos de las subcuencas fluyen de norte a sur. La cuenca mide aproximadamente 20 kilómetros de norte a sur y 15 kilómetros de este a oeste, con un área aproximada de 366.5 kilómetros cuadrados, lo que equivale a 36,650 hectáreas o 52,040 manzanas, de acuerdo al estudio detallado sobre esta cuenca que recientemente realizara SalvaNatura, con financiamiento de la AID.

2.2 Características Físicas

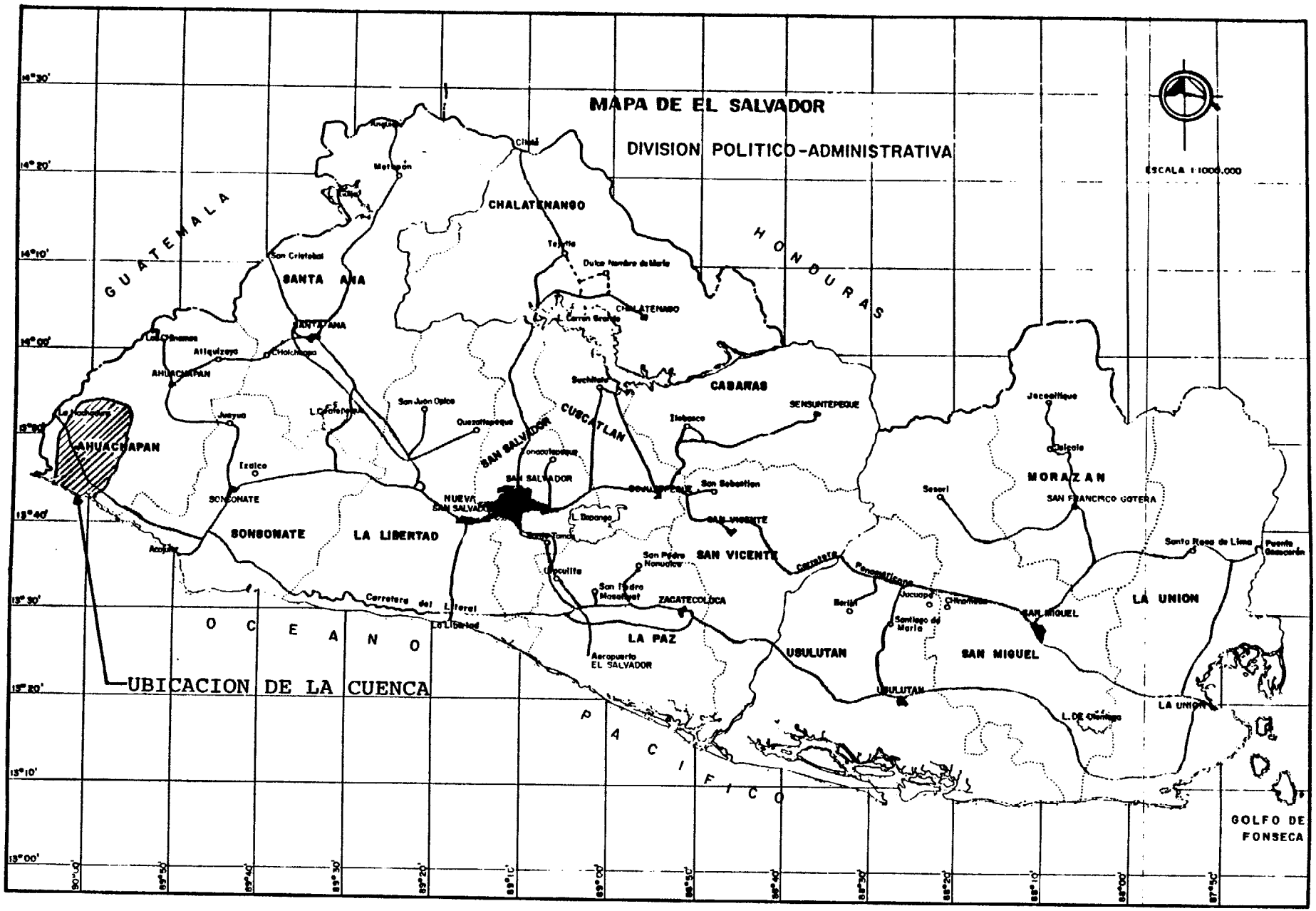
La cuenca de la Barra de Santiago-Bosque El Imposible se extiende desde el parteaguas de la cordillera de Apaneca, la cual forma parte de la cordillera costera de El Bálsamo, que en forma interrumpida va cercana y paralela a la línea costera de El Salvador. Dicha cuenca fue delimitada con base en las fuentes de agua dulce, tales como ríos y zanjones, que vierten al estero de la Barra de Santiago.

Topográficamente, la cuenca posee tres zonas claramente visibles: una planicie costera que rodea el manglar y el estero, cerros de poca pendiente, y una parte alta y montañosa con grandes pendientes y farallones de dimensiones considerables que se orientan de norte a sur, por lo que existen muchas laderas de orientación este u oeste que dan hacia los ríos, con diferencias muy fuertes en cuanto a radiación solar. El rango de alturas de esta cuenca va de sur a norte desde el nivel del mar hasta casi los 1,400 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta cuenca posee trece subcuencas (diez principales y tres secundarias), de las cuales seis descienden de la cima de la parte alta. De estos ríos, el Río Guayapa es posiblemente el río costero más atractivo por ser el que presenta menos contaminación (en la parte alta y media). Los límites de la cuenca se dice que desaparecen al llegar a la planicie costera.

2.2.1 Clima

El Salvador presenta tres zonas climáticas, las cuales dependen de la elevación por encima del nivel del mar. De acuerdo a la clasificación de Koppen, Sapper y Lauer, las zonas son las siguientes: "sabanas tropicales cálidas o calientes", "sabanas tropicales calientes o templadas" y "los trópicos altos".

13



Mapa No. 1

Mapa de Ubicacion de la Cuenca Barra de Santiago el Imposible

La cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible se encuentra en la zona centroamericana que posee una estación seca (de noviembre a abril, presentando una estación lluviosa total de aproximadamente unos 300 mm) y una estación lluviosa (de mayo a octubre, con lluvia total de aproximadamente 1,000 mm). Esto difiere en esta cuenca a medida que se sube del nivel del mar a la parte más alta, presentándose una precipitación anual media de 1,600 mm a 2,400 mm. La humedad relativa media anual está por el 75 por ciento en las partes bajas, llegando a alrededor del 85 por ciento en las partes altas. La temperatura media anual es de 27.5° C. en la planicie costera, bajando a 20° C. en las partes más altas. Las máximas y mínimas medias estimadas son de 35° C. y 22.6° C. para la planicie costera y de 15.2° C. para las partes altas, respectivamente, sobresaliendo el mayor rango de variación en la planicie costera y las temperaturas más bajas en las partes altas, lo que influye en la vegetación y en la infiltración del agua.

La evapotranspiración potencial es de 1,900 mm en la planicie costera y de 1,500 mm en las partes más altas. En las partes más altas de la cuenca, se tienen brisas marinas o vientos de sur a norte, lo cual manifiesta nubosidad y lluvias débiles aun en época seca. Los vientos, que bajan por los cañones y valles estrechos, van de fuertes a muy fuertes y pueden alcanzar velocidades hasta de 150 kilómetros por hora. En época de temporales, son frecuentes los desbordamientos, las inundaciones y los deslaves, casi siempre donde se tienen las mayores alturas. El último evento de vientos huracanados en la zona se dio en octubre de 1983, cuando hubo una pérdida del 40 por ciento del manglar de la Barra de Santiago y algunos ríos, inclusive el Guayapa, cambiaron de cauce, desembocando hasta un kilómetro más abajo de la desembocadura normal.

Los factores que determinan las diferencias climáticas en la zona del estudio son la altura y la presencia del mar. A nivel mesoclimático, los factores son la inclinación, las pendientes y la orientación de las superficies. Al igual que todo el país, la zona presenta una estación seca y una lluviosa, las cuales se presentan separadas por grandes transiciones.

2.2.2 Suelos y Geología

Hay en total quince tipos de suelos diferentes, los cuales están divididos en cuatro grupos que presentan un 89 por ciento de los tipos de suelos del país. Esta clasificación está de acuerdo con la utilizada por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.

Los suelos que forman la cuenca reflejan la base geológica (roca madre, aluvión y arena de mar), la topografía, el uso actual y el clima. En muchos sitios, el suelo ha sido alterado por su uso actual, en particular en áreas de pendientes fuertes con cultivos inadecuados y sin mayores medidas de conservación de suelos, así como también en las áreas planas y muy arenosas en las que el arado virtualmente ha eliminado la delgada y delicada capa superficial de suelo.

En la cuenca se reconocen tres zonas de suelos caracterizadas por su origen y pendiente. Son las siguientes:

a) Planicie costera (0-10 msnm)	Base aluviana marina y terrestre. Este aluvio por lo general es de textura gruesa al entrar en la planicie costera, y luego se vuelve más fino a medida que se aleja hacia la costa.
b) Peniplanicie (10-200 msnm)	Pendientes suaves de 3-5 por ciento de norte a sur y de 3-25 por ciento hacia las quebradas de este a oeste.
c) Zona de montaña (200-1,400 msnm)	Pendientes desde moderadas hasta muy fuertes, con varios farallones verticales en las laderas.

Los materiales geológicos son de origen volcánico, habiéndose depositado de la siguiente manera (de lo más antiguo a lo más reciente):

a. Aglomerados volcánicos y toba con lapilli de pómez. Son los más antiguos y en conjunto forman una sola roca de gran dureza, prácticamente impermeable. Donde existe, hay poca vegetación y el terreno es árido. Da lugar también a mantos acuíferos muy pobres.

b. Lavas andesíticas y basálticas, provenientes de las manifestaciones eruptivas de centros volcánicos ubicados al norte de la cuenca, que han dado lugar a suelos con vocación agrícola, lo que da lugar a su vez al bosque, situación que contribuye a que se infiltre el agua de lluvia y alimente los ríos y quebradas que corren hacia el sur.

c. Tobas con 66 por ciento o más de óxido de silicio, intercaladas con tobas de color café con una matriz fina arenosa. Cubren sólo una mínima parte de la zona.

d. Sedimentos fluviales que son el producto del arrastre y sedimentación que realizan las aguas de los ríos y quebradas que descienden de esta cuenca. Consisten de aluviones gruesos con bloques, cantos rodados, guijarros, gravas y aluviones finos, tales como arenas y limos, todos los cuales forman en su conjunto una mezcla heterogénea. Tienen la característica de ser permeables, condición que permite el almacenamiento de aguas subterráneas de uso doméstico y pecuario. Estos elementos, al meteorizarse, se transforman en excelentes suelos aluviales que sirven para que la vegetación extraiga nutrientes para su desarrollo.

El Salvador se encuentra situado en la vertiente del Océano Pacífico del complejo centroamericano, entre las placas tectónicas de Brasil y Canadá. Surgió al final de la era mesozoica, cuando las convulsiones de estas placas elevaron los sedimentos mesozoicos y rocas paleozoicas a la superficie del mar. La actividad sísmica periódica y las erupciones volcánicas recurrentes son prueba de la inestabilidad persistente de esta zona.

La cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible en la parte norte del Bosque El Imposible está atravesada por un conjunto de fallas geológicas orientadas hacia el noroeste, de norte a sur y de este a oeste. Estas fallas, cuando liberan energía, producen sismos que en algunas

ocasiones pueden ser de gran intensidad. En menor proporción presenta una morfología que se debe a la gran actividad volcánica y a las fallas geológicas. La primera arroja grandes volúmenes de materiales y la segunda levanta o hunde proporciones de la superficie terrestre en esta zona, en ambos casos con la influencia negativa de la erosión.

Las fallas han fracturado las lavas andesíticas y basálticas, creando con ello una permeabilidad secundaria que ha contribuido para que el agua de lluvia se infiltre entre los planos de fractura, alimentando de esta manera los mantos acuíferos del lugar. En algunos lugares, el agua subterránea emerge enriqueciendo los ríos y quebradas que descienden hacia la planicie costera.

2.2.3 Hidrología

La cuenca hidrográfica en el área del estudio se encuentra comprendida por el sistema de ríos, quebradas y zanjones que drenan desde el Parque El Imposible hacia la Barra de Santiago. En dicha zona se localizan nueve diferentes subcuencas, que van desde 14 a 64 kilómetros cuadrados de extensión y que se originan en la parte montañosa de El Imposible. Con relación al tamaño de su cuenca, los de mayor importancia son el Río San Francisco, el Río Cara Sucia y el Río Guayapa, los cuales presentan el mayor porcentaje de área de bosque, mientras que el Río Izcanal, el Río La Palma y el Río Aguachapío presentan menor porcentaje de área de bosque. Además, están los ríos El Naranjo y Cuilapa.

La hidrología en la parte alta y media de la cuenca es sencilla y se basa superficialmente en una roca densa, formada y compactada por levantamientos tectónicos más que por erupciones volcánicas.

Por lo tanto, la mayor parte del agua que llueve, que no regresa a la atmósfera y que tampoco es asimilada por el suelo y las plantas, parece ser que fluye hacia el lecho de los ríos y que de allí se dirige hacia el mar, más que infiltrarse a los mantos acuíferos.

Por otra parte, en el pie de monte y en la planicie costera existe roca volcánica y aluvión, lo que lleva a una infiltración e inestabilidad muy marcada, como puede verse por el desaparecimiento de ríos hacia el subsuelo (como es el caso con el Río San Francisco o El Imposible, que desaparece en el subsuelo y luego reaparece) o se integran a los llamados zanjones que finalmente drenan al estero o manglar. Otros se quedan almacenados en los acuíferos costeros, para la unión de cuencas y cambios drásticos en sus cauces, sobre todo después de huracanes como los ya mencionados (1983).

Así también existe mucha evidencia a través de los habitantes del lugar de que ha habido cambios muy marcados (de 8 m a 3 m) en la profundidad de los canales principales de la Barra de Santiago, por lo que un estudio de sedimentos aclarará la situación y explicará las causas para la búsqueda de posibles soluciones. También será necesaria el monitoreo de caudales para relacionar en forma directa los datos de precipitación y infiltración y así caracterizar el comportamiento y ciclo por año de las cuencas del estudio.

2.3 Uso de la Tierra

En el área del estudio hay grandes discrepancias 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 cuenca.

Los terrenos más altos de la cuenca están dedicados a una agricultura más intensiva de cereales, cucurbitáceas, 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 intensiva, de poca extensión, de maíz, maicillo, un poco de okra y algunos frutales en fincas. En los valles predomina la caña de azúcar y los pastos. En las zonas con pendientes de 15 por ciento o más, se dedican a una explotación de subsistencia de maíz y maicillo, y son por cierto las zonas más dañadas de la región, por efectos del mal manejo y depredación de los bosques.

Se estima que más del 70 por ciento de la vegetación original ha sido eliminada y sustituida por cultivos permanentes, áreas de pastoreo o cultivos anuales. Sin embargo, existen remanentes naturales muy valiosos. El Bosque El Imposible en su parte media y alta se considera de mayor valor.

Las áreas pobladas son de baja densidad y la población en su mayoría es de bajos ingresos económicos, ya que depende a mediano y largo plazo de unas pocas y pequeñas áreas naturales, las que adolecen de una adecuada protección y manejo.

2.4 Areas Naturales

Las áreas naturales de la cuenca del estudio son el Bosque El Imposible, el Bosque de la Hacienda Santa Rita, Cara Sucia y el manglar de la Barra de Santiago. Existen corredores de bosques de galería y zanjones pantanosos de considerable valor biológico. Dos de las áreas más importantes para el presente estudio se analizan a continuación:

- **El Imposible:** Es el área natural más importante. Está situada en el Departamento de Ahuachapán, en la Cordillera de Apaneca. Es la selva de hoja ancha más representativa y tiene la mayor biodiversidad (variedad de flora y fauna silvestre) del país. El inventario de árboles del área suma más de 400 especies, en particular en la parte media y alta, donde se han registrado más de 300 especies — más que en cualquier otro lugar del país. Del inventario de aves a nivel nacional (465 especies), 324 han sido registradas en esta cuenca. Esto sugiere que aproximadamente un 70 por ciento de las aves en el país se encuentran en esta cuenca, lo cual realza su valor como área natural de El Salvador.

- **Barra de Santiago:** Está situada a lo largo de la costa en el Departamento de Ahuachapán y es una zona con una fauna muy diversa que incluye muchas especies de peces, moluscos y crustáceos, además de cocodrilos y caimanes. De las 103 especies de aves no paseriformes de la Barra de Santiago, sólo el 31 por ciento son

migratorias. Solamente las aves vadeadoras, como las garzas, ibises y semejantes, y martines pescadores, son residentes.

2.5 Contaminación del Area

Los resultados del estudio de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, llevado a cabo por WASH en 1991, indicaron que existía contaminación fecal prevalente a lo largo del área muestreada. Se determinó que los ríos tenían altas concentraciones de demanda biológica de oxígeno y amoníaco y bajas concentraciones de oxígeno disuelto. También se comprobó que con la excepción de *metamidophos* (Tamaron), las concentraciones de pesticidas, herbicidas y plaguicidas eran bajas. Finalmente, se encontraron altas concentraciones de boro y arsénico en suelos de la zona adyacente al canal de transporte de aguas residuales de la planta geotérmica de Ahuachapán.

Posteriormente, en abril de 1993, SalvaNatura realizó un muestreo en la zona, el cual dio resultados similares a los del estudio de WASH (ver el Apéndice E).

Las principales actividades que contaminan los recursos de agua de la zona están relacionadas con la disposición de aguas servidas y el lavado de ropa, actividades domésticas tales como la industria pecuaria o agrícola, y las descargas geotérmicas de la planta de Ahuachapán.

El Ministerio de Salud realizó un catastro de vertidos industriales y agroindustriales a nivel nacional. Los resultados de este catastro para el área del estudio se presentan en el Apéndice I.

Capítulo 3

DATOS EXISTENTES Y ANALISIS DE LOS DATOS

3.1 Introducción

Los problemas ambientales de mayor importancia en la cuenca que descarga a la Barra de Santiago son la deforestación y la contaminación de aguas y suelos.

Estos problemas están íntimamente relacionados, ya que la deforestación ocasiona erosión y sedimentación en lagos, presas, ríos y estuarios, así como también cambios de clima que resultan en menor pluviosidad, la que reduce la productividad agrícola y eleva la concentración de contaminantes en los cuerpos de agua.

Con excepción del estudio conducido por WASH en 1991, que representa un período limitado de muestreo y análisis, y el muestreo llevado a cabo por SalvaNatura en abril de 1993, hasta el presente no se ha realizado en la cuenca un estudio sistemático con respecto a la contaminación del agua, el suelo y la fauna.

3.2 Banco Nacional de Datos sobre la Calidad del Agua

La Unidad Especializada del Agua (UEDA), dependiente de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), tiene un banco de datos computarizados que contiene información sobre la calidad del agua correspondiente a los ríos más importantes del país, así como datos sobre aguas subterráneas y manantiales. Desafortunadamente, este banco de datos no contiene información relacionada con la zona del estudio.

3.3 Otras Fuentes de Datos sobre la Calidad del Agua

El Ministerio de Salud y PLANSABAR tienen algunos datos sobre la calidad del agua potable en las comunidades servidas por sistemas de agua potable en la cuenca del estudio. Sin embargo, los datos que son compilados por estas organizaciones se limitan principalmente a cloro residual en el punto de consumo. En casos esporádicos, el Ministerio de Salud ha tomado muestras en algunos ríos cuando existía contaminación que ponía en peligro la salud de la población que utiliza las aguas de dichos ríos para lavar ropa y otros usos domésticos. Estos datos no proveen información que sea útil para este proyecto.

Varios investigadores han estudiado los efectos del uso de pesticidas y plaguicidas en la calidad del agua en otras zonas del país. Esta información fue presentada en el estudio anterior realizado por WASH en 1991. No hay información sobre estos contaminantes en los ríos de la cuenca, con excepción del estudio conducido por WASH en 1991.

3.4 Análisis de los Datos Existentes

Los resultados del estudio de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, llevado a cabo por WASH en 1991, indicaron que existía contaminación fecal prevalente a lo largo del área muestreada. Se determinó que los ríos tenían altas concentraciones de demanda biológica de oxígeno y amoníaco y bajas concentraciones de oxígeno disuelto. También se comprobó que con la excepción de *metamidophos* (Tamaron), las concentraciones de pesticidas, herbicidas y plaguicidas eran bajas. Finalmente, se encontraron altas concentraciones de boro y arsénico en suelos de la zona adyacente al canal de transporte de aguas residuales de la planta geotérmica de Ahuachapán.

Durante los estudios de WASH se determinaron también los sólidos sedimentables que no fueron reportados en aquel estudio. Esta información está incluida en el presente reporte en el Apéndice C. Los resultados indicaron niveles relativamente bajos de sólidos sedimentables, con un rango entre 4 y 0 ml/l. Aunque estas muestras se tomaron durante los meses de septiembre y octubre de 1991, que tradicionalmente son meses de la época de lluvias, ese año trajo relativamente poca lluvia, lo que explica los bajos resultados de estos análisis. Los resultados más elevados se obtuvieron en el Zanjón La Danta (4 ml/l), el Río Cara Sucia aguas abajo (3 ml/l), el Canal del Embarcadero de Guayapa (3 ml/l), el Río Aguachapío aguas abajo (2 ml/l) y el Río Guayapa aguas abajo (2 ml/l). El resto de las muestras arrojaron valores de 0.5 ml/l o menores. Una relación empírica entre los sólidos sedimentables y los sólidos suspendidos en esta zona se obtuvo observando los resultados obtenidos en el Río Paz por ANDA, los cuales dan una relación de 50 mg/l, equivalentes a 1 ml/l, lo que indica que el máximo nivel de sólidos suspendidos que se encontraron durante el estudio anterior de WASH fue de aproximadamente 200 mg/l en el Zanjón La Danta.

Posteriormente, en abril de 1993, SalvaNatura realizó un muestreo en la zona que produjo resultados similares a los del estudio de WASH (ver el Apéndice E).

Las principales actividades que contaminan los recursos de agua de la zona están relacionadas con la disposición de las aguas servidas y el lavado de ropa, actividades agrícolas tales como la industria pecuaria o agrícola, y las descargas geotérmicas de la planta de Ahuachapán.

Capítulo 4

PROGRAMA DE MONITOREO

4.1 Descripción del Programa de Monitoreo

Teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, que son principalmente la determinación de la situación ecológica de la cuenca, su estado de contaminación, y el impacto que tendrán futuras intervenciones en diferentes sectores para mejorar o resolver los problemas ecológicos de la cuenca, se consideraron diferentes esquemas para poder llevar a cabo un programa de monitoreo que cumpla con los requisitos y sea ejecutable y sostenible durante la vida del proyecto.

El equipo WASH realizó dos visitas a la zona para identificar puntos de muestreo convenientes. Aunque el tiempo disponible en el proyecto no permitió hacer un recorrido a lo largo de los ríos más importantes, este reconocimiento debería llevarse a cabo durante la etapa inicial del Proyecto PROMESA. Tal reconocimiento incluiría información sobre el bosque de galería del río, fuentes de contaminación y otros datos de interés que podrían transcribirse en un mapa de la cuenca.

Se describen a continuación, en detalle, los puntos de muestreo, medición de flujos, frecuencia de muestreo, parámetros de interés, necesidades de equipo y personal, y costos estimados.

4.2 Lugares de Muestreo y Medición

Los puntos de muestreo deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- ser de fácil acceso,
- poder ser medidos fácilmente (flujos o profundidad de la capa freática),
- ser representativos.

A continuación se presentan los lugares elegidos para muestreo de aguas superficiales y subterráneas. Todos estos puntos están indicados en el mapa de la cuenca (Mapa 2 — escala 1:50,000). Los puntos de muestreo en los ríos se localizaron a lo largo de la Carretera CA-2 y por tanto no incluyen las porciones de las cuencas al sur de la carretera. El área de las zonas no incluidas es de 110 km^2, o alrededor del 30 por ciento del área total.

4.2.1 Muestreo y Medición de Aguas Superficiales

Teniendo en cuenta los requisitos anteriores, el equipo del Proyecto WASH se trasladó a la zona e hizo una inspección de los ríos a lo largo de la Carretera del Litoral, con los siguientes resultados:

1. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río El Rosario*

Este río trae un flujo considerable. El puente tiene tres luces, aunque el río, cuando tiene caudales promedio, sólo pasa por dos luces. El color del agua era café claro, lo que indica transporte de sólidos por erosión aguas arriba. Esta parte del río es utilizada para explotación de arena en forma manual. (Ver fotografías 1, 2 y 3.) El flujo medio en la época seca en este río es de 210 l/s, con un área de cuenca de 75.3 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca a la Barra de Santiago a través del Zanjón Rosario después de confluir con los ríos El Naranjo y Cuilapa. El Río Rosario es el más grande de la cuenca y por consiguiente debe considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo.

2. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río El Naranjo*

Este río trae menor flujo que el Río El Rosario. El puente tiene dos luces, aunque el río, cuando tiene caudales típicos, sólo pasa por una. El color del agua durante la visita era café/verde claro, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. Esta parte del río es utilizada para explotación de arena en forma manual y para lavado de ropa. (Ver fotografías 4, 5 y 6.) El flujo medio en la época seca en este río es de 55 l/s, con un área de cuenca de 37.5 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca a la Barra de Santiago a través del Zanjón Rosario después de confluir con el río El Rosario. El Río El Naranjo es de mediano tamaño en la cuenca y podría considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo.

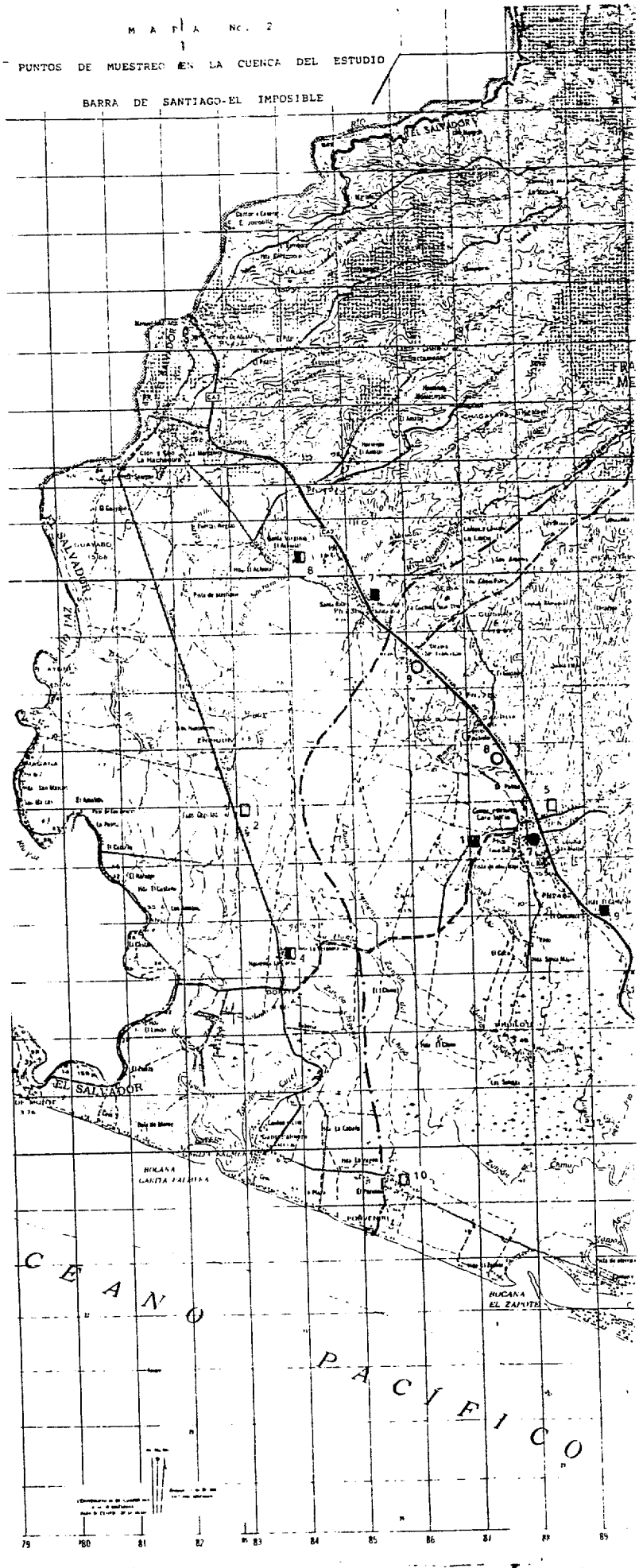
3. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río Cuilapa*

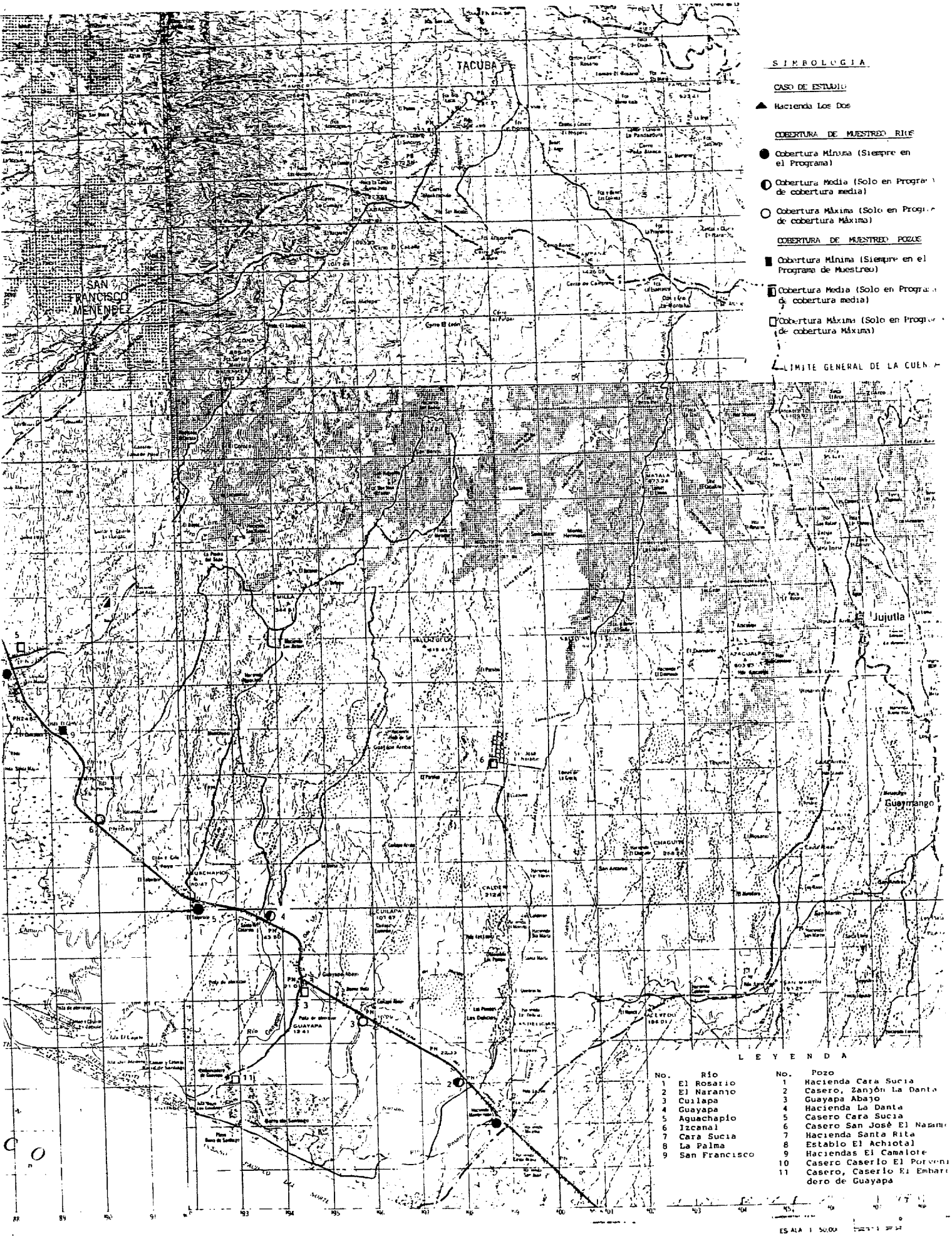
Este río trae menor flujo que los dos ríos anteriores. El puente tiene una sola luz. El color del agua durante la visita era café claro, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. Esta parte del río es utilizada para lavado de ropa. (Ver fotografía 7.) El flujo medio en la época seca en este río es de 25 l/s, con un área de cuenca de 20 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca a la Barra de Santiago a través del Zanjón Rosario después de confluir con el Río El Rosario. El Río Cuilapa es uno de los ríos más pequeños de la cuenca, pero podría considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo por la configuración del río y la forma del puente, que se presta a la construcción de una cresta (las lavanderas ya construyeron una rudimentaria de piedra — ver fotografía 7) que pueda utilizarse para medir el flujo con sólo medir la altura del agua sobre la cresta.

MAPA NO. 2

PUNTOS DE MUESTREO EN LA CUENCA DEL ESTUDIO

BARRA DE SANTIAGO-EL IMPOSIBLE




TACUBA
SAN FRANCISCO MENENDEZ
Jujutla
Guaymango
SIMBOLOGIA
CASO DE ESTUDIO
Hacienda Los Dos
COBERTURA DE MUESTREO RIOS
Cobertura Mínima (Siempre en el Programa)
Cobertura Media (Solo en Progra de cobertura media)
Cobertura Máxima (Solo en Progra de cobertura Máxima)
COBERTURA DE MUESTREO POZOS
Cobertura Mínima (Siempre en el Programa de Muestreo)
Cobertura Media (Solo en Progra de cobertura media)
Cobertura Máxima (Solo en Progra de cobertura Máxima)
LIMITE GENERAL DE LA CUEN
LEYENDA
No. Río
1 El Rosario
2 El Naranjo
3 Cuilapa
4 Guayapa
5 Aguachapio
6 Izcanal
7 Cara Sucia
8 La Palma
9 San Francisco
No. Pozo
1 Hacienda Cara Sucia
2 Casero, Zanjón La Danta
3 Guayapa Abajo
4 Hacienda La Danta
5 Casero Cara Sucia
6 Casero San José El Naran
7 Hacienda Santa Rita
8 Establo El Achiotal
9 Haciendas El Camalote
10 Casero Caserío El Porveni
11 Casero, Caserío El Embar dero de Guayapa
ESCALA 1 50.000

4. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río Guayapa*

Este río es uno de los más grandes de la cuenca, segundo en tamaño después de El Rosario. Aunque el puente tiene dos luces, el río sólo pasa por una de ellas, ya que la otra está completamente obstruida con depósitos de piedras y vegetación. El color del agua durante la visita era verde claro, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. Esta parte del río es utilizada para lavado de ropa. (Ver fotografías 8, 9 y 10.) El flujo medio en la época seca en este río es de 130 l/s, con un área de cuenca de 25 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca a la Barra de Santiago a través del Embarcadero. El Río Guayapa debe considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo.

5. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río Aguachapío*

Este río trae el menor flujo en la cuenca. El puente tiene una sola luz. El color del agua durante la visita era verde turbio, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. El color del río es producido principalmente por el jabón utilizado en el lavado de ropa. (Ver fotografías 11 y 12.) En una visita anterior aguas arriba, volviendo de El Imposible, el río era limpio y claro, como puede verse en la fotografía 13. Este río es utilizado a lo largo de su curso para lavado de ropa. El flujo medio en la época seca en este río es de 15 l/s, con un área de cuenca de 16.7 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca a la Barra de Santiago a través del Zanjón Aguachapío, después de confluir con el Zanjón Tacachol. El Río Aguachapío es uno de los ríos más pequeños de la cuenca, pero podría considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo por la configuración del río y la forma del puente, que podría prestarse a la construcción de una cresta que sirviera para medir el flujo.

6. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río Izcanal*

Este río trae uno de los menores flujos en la cuenca. El puente tiene una sola luz. El color del agua durante la visita era verde/café turbio, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. El color del río es producido principalmente por el jabón utilizado en el lavado de ropa. (Ver fotografía 14.) El flujo medio en la época seca en este río es de 30 l/s, con un área de cuenca de 16.8 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca a la Barra de Santiago a través del Zanjón Aguachapío después de confluir con el Zanjón Tacachol. El Río Izcanal es uno de los ríos más pequeños de la cuenca, pero podría considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo por la configuración del río y la forma del puente, que podría prestarse a la construcción de una cresta que sirviera para medir el flujo.

7. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río Cara Sucia*

Este río es uno de los más grandes de la cuenca, después de los ríos El Rosario y Guayapa. El puente tiene dos luces. El color del agua durante la visita era verde oscuro, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba, sino más bien contaminación por descargas agrícolas y domésticas aguas arriba. Esta parte del río está contaminada y no es utilizada excepto para descargas pluviales y sanitarias y disposición de basura. (Ver fotografías

15, 16 y 17.) El flujo medio en la época seca en este río es de 120 l/s, con un área de cuenca de 32.5 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca al Zanjón Madre Vieja, al Bosque Salado Tihuilote y, finalmente, a la Barra de Santiago. El Río Cara Sucia es de gran tamaño en la cuenca y deberá considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo.

8. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río La Palma*

Este río trae un flujo mediano en la cuenca. El puente tiene una sola luz. El color del agua durante la visita era verde/café turbio, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. El color del río es producido principalmente por el jabón utilizado en el lavado de ropa. (Ver fotografía 16.) El flujo medio en la época seca en este río es de 60 l/s, con un área de cuenca de 16.8 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca en las cercanías de la Laguna de Gamboa. El Río La Palma es uno de los ríos más pequeños de la cuenca, pero podría considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo, por la configuración del río y la forma del puente, que podría prestarse a la construcción de una cresta que sirviera para medir el flujo.

9. *Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre el Río San Francisco*

Este río trae uno de los flujos más pequeños en la cuenca. El puente tiene una sola luz. El color del agua durante la visita era verde/café turbio, lo que indica poco transporte de sólidos por erosión aguas arriba. El color del río es principalmente producido por el jabón utilizado en el lavado de ropa. (Ver fotografías 17 y 18.) El flujo medio en la época seca en este río es de 15 l/s, con un área de cuenca de 14.1 km^2, de acuerdo al estudio de SalvaNatura. Este río desemboca en las cercanías de la Laguna de Gamboa. El Río San Francisco es uno de los ríos más pequeños de la cuenca, pero podría considerarse como uno de los puntos de muestreo y medición de flujo por la configuración del río y la forma del puente, que podría prestarse a la construcción de una cresta que sirviera para medir el flujo.

Todos los puntos de muestreo arriba mencionados fueron muestreados durante el estudio anterior de WASH (1991), y se muestrearían otra vez para poder comparar resultados en el futuro. Los puntos arriba indicados son de acceso relativamente fácil, ya que se encuentran a lo largo de la Carretera del Litoral. Por esta misma razón, será relativamente fácil medir los flujos de estos ríos, ya que los puentes proveen constantes geométricas que se pueden utilizar para calcular los flujos.

Los ríos El Rosario, El Naranjo, Guayapa, Izcanal, Cara Sucia y San Francisco fueron muestreados en abril de 1993 para el estudio de SalvaNatura. Los resultados de aquel muestreo fueron similares a los obtenidos por WASH en 1991 y están incluidos en el Apéndice E.

El programa de muestreo de aguas superficiales arriba indicado sería el de cobertura máxima. Un programa de cobertura mediana podría incluir la mitad de los puntos propuestos, y un programa de cobertura mínima podría incluir sólo una tercera parte de los ríos. La elección del programa dependerá de los fondos disponibles.

En el programa de cobertura mediana, se podrían muestrear cinco ríos que serían representativos de la cuenca entera. Se proponen los siguientes puntos de muestreo para este programa: Río El Rosario, Río El Naranjo, Río Cara Sucia, Río Aguachapío y Río Guayapa.

En el programa de cobertura mínima, se incluirían solamente los ríos El Rosario, Cara Sucia y Aguachapío.

Los costos de estos programas se presentan al final de este capítulo.

4.2.2 Lugares de Muestreo de Aguas Subterráneas

Durante el estudio anterior de WASH, se muestrearon 11 pozos en las comunidades y haciendas de la cuenca. Los pozos muestreados fueron los siguientes:

1. Pozo en la Hacienda Cara Sucia

   El pozo provee agua a la Hacienda Cara Sucia, ubicada sobre la carretera que va de Cara Sucia a Garita de Palmera.

2. Pozo casero en las cercanías de la canaleta de descarga geotérmica y el Zanjón La Danta.

3. Pozo en Guayapa Abajo

   Este pozo está ubicado en el Caserío de Guayapa Abajo a la orilla de un paredón, sobre la carretera.

4. Pozo en la Hacienda La Danta

   Este pozo suple de agua para el ganado a la Hacienda La Danta ubicada cerca del Zanjón La Danta y la canaleta de descarga geotérmica de Ahuachapán.

5. Pozo en la población de Cara Sucia

   Este es un pozo casero que provee de agua a una familia en la población de Cara Sucia en el camino a Tacuba.

6. Pozo en San José El Naranjo

   Este es un pozo casero que provee de agua a una familia en la población de San José El Naranjo en el límite sur del poblado.

7. Pozo en la Hacienda Santa Rita

   Este pozo provee de agua a la Hacienda Santa Rita cerca de la población del mismo nombre en la Carretera del Litoral, al norte de la entrada a San Francisco Menéndez.

8. Pozo en El Achiotal

   Este pozo provee de agua al establo de crianza de ganado San Antonio, en la vecindad de El Achiotal sobre el camino de Santa Rita a El Morral en el cantón de La Hachadura.

9. Pozo en la Hacienda El Camalote

   Este pozo provee de agua a la Hacienda El Camalote sobre la Carretera del Litoral, al sur de Cara Sucia.

10. Pozo en El Porvenir

    Este es un pozo casero que provee de agua a una familia en el caserío de El Porvenir en las cercanías de la descarga geotérmica de Ahuachapán al mar.

11. Pozo en el Embarcadero de Guayapa

    Este es un pozo casero que provee de agua a una familia en el caserío del Embarcadero de Guayapa para llegar a la Barra de Santiago.

Todos estos pozos mostraron contaminación bacteriológica, aunque algunas muestras indicaron la presencia de plaguicidas, especialmente *metamidophos*, @BHC y yBHC, en Guayapa Abajo, Hacienda La Danta, El Achiotal, Hacienda El Camalote y El Porvenir.

Tal como en el caso de las aguas superficiales, los pozos de muestreo arriba indicados representan la cobertura máxima del programa. Un programa de cobertura mediana podría incluir solamente los pozos de mayor producción, que son aquéllos que abastecen a haciendas y establos. Estos pozos son los correspondientes a los números 1, 4, 7, 8 y 9. Un programa de cobertura mínima sería aquel que incluya solamente los tres pozos números 1, 7, 9. Los costos de estos programas se presentan al final de este capítulo. El programa elegido dependerá de los fondos disponibles para este programa de monitoreo.

4.3 Parámetros de Análisis, Frecuencia de Muestreo y Metodología

4.3.1 Parámetros de Análisis

Los parámetros de análisis se pueden clasificar en físicos, químicos y bacteriológicos.

Los **parámetros físicos** de interés son los siguientes:

Olor

Temperatura (° C.)

Conductividad eléctrica (mhos/cm)

pH

Turbidez (NTU)

Color

Sólidos sedimentables (ml/l)

Sólidos suspendidos (mg/l)

Sólidos totales (mg/l)

Los **parámetros químicos** de interés son los siguientes:

Oxígeno disuelto (mg/l)

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (mg/l) o

Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/l)

Nitrógeno de nitratos (mg/l)

Nitrógeno orgánico (mg/l)

Nitrógeno amoniacal (mg/l)

Fosfatos (mg/l)

Detergentes (mg/l)

Arsénico (mg/l)

Boro (mg/l)

Sodio (mg/l)

Potasio (mg/l)

Compuestos organoclorados (ug/l)

Compuestos organofosforados (ug/l)

Finalmente, los **parámetros bacteriológicos** de interés son los siguientes:

Coliformes totales (MPN/100 ml)

Coliformes fecales (MPN/100 ml)

Los parámetros físicos son los más sencillos de analizar y por consiguiente pueden hacerse rápidamente y con frecuencia. Los parámetros químicos y bacteriológicos, en cambio, requieren de bastante labor y tiempo y por esta razón no pueden hacerse rápidamente ni con la frecuencia de los parámetros físicos.

Después de considerar diferentes opciones, concluimos que el programa de monitoreo más recomendable es uno que incluya ciertos parámetros en forma intensiva y otros que se investiguen con menor frecuencia. Específicamente, los sólidos suspendidos o sedimentables, que son indicadores de la erosión de la cuenca, se deberán analizar en forma intensiva en las aguas superficiales, especialmente en la época de lluvias, mientras que los coliformes fecales, plaguicidas, pesticidas y metales se analizarían en forma más esporádica.

Los lugares de muestreo de aguas superficiales recomendados están a lo largo de la Carretera del Litoral en los puentes sobre los ríos de la cuenca. Estos puntos de muestreo son de fácil acceso y permitirán un muestreo intensivo.

En cuanto al monitoreo de las aguas subterráneas, los parámetros a investigarse serán los contaminantes resultantes de actividades agrícolas y domésticas, o sea, plaguicidas, pesticidas, fertilizantes y coliformes fecales. Los puntos de muestreo están cercanos a los lugares donde se llevan a cabo actividades agrícolas o están cercanos a poblaciones. Algunos pozos están cercanos a la canaleta que lleva la descarga geotérmica de Ahuachapán, y en éstos deberá analizarse además el contenido de boro y arsénico en el agua.

4.3.2 Frecuencia de Muestreo

La frecuencia de muestreo recomendada para los ríos y pozos se presenta en la Tabla 1. Se propone el muestreo mensual de pozos y ríos para la gran mayoría de los parámetros, con la excepción de los parámetros físicos de temperatura, turbidez, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto en los ríos, para cuyo caso se propone que se haga el muestreo diariamente en la época de lluvias y después de cada evento de lluvia en otras épocas del año.

Los sólidos suspendidos se analizarán conjuntamente con los sólidos sedimentables, hasta que se pueda determinar la correlación que existen entre estos dos parámetros. Una vez que se haya establecido esta relación, se analizarán solamente los sólidos sedimentables sobre una base diaria mientras que los sólidos suspendidos se analizarán mensualmente.

Tabla 1

Frecuencia de Muestreo en Ríos y Pozos

	RIOS		POZOS
	Diario[1]	Mensual	Mensual
Parámetros físicos			
Olor		X	X
Temperatura (° C)	X		
Conductividad (mhos/cm)		X	X
pH		X	X
Turbidez (FTU)	X		X
Color		X	X
Sólidos sedimentables (ml/l)	X		X
Sólidos suspendidos (mg/l)	X[2]		
Sólidos totales (mg/l)		X	X
Parámetros químicos			
Oxígeno disuelto (mg/l)	X		
DBO (mg/l)		X	
Nitrógeno de nitratos (mg/l)		X	X
Nitrógeno orgánico (mg/l)		X	
Nitrógeno amoniacal (mg/l)		X	
Fosfatos (mg/l)		X	X
Detergentes (mg/l)		X	
Arsénico (mg/l)		X	X
Boro (mg/l)		X	X
Sodio (mg/l)		X	X
Potasio (mg/l)		X	X
Compuestos organoclorados (ug/l)		X	X
Compuestos organofosforados (ug/l)		X	X
Parámetros bacteriológicos			
Coliformes totales (MPN/100 ml)		X	X
Coliformes fecales (MPN/100 ml)		X	X

Notas:

(1) Se propone que se realicen los análisis diariamente durante la época de lluvias, y después de cada evento de precipitación pluvial en otras épocas del año.

(2) Los sólidos suspendidos se analizarán conjuntamente con los sólidos sedimentables, hasta que pueda determinarse la correlación que existe entre estos dos parámetros. Una vez que se haya establecido esta relación, se analizarán solamente los sólidos sedimentables sobre una base diaria y los sólidos suspendidos se analizarán mensualmente.

4.4 Medición del Flujo

La medición de los flujos de los ríos deberá realizarse en los mismos puntos de muestreo. Para ello se debe realizar un levantamiento topográfico de los ríos en el cruce de los puentes, y en uno o dos casos se podrían construir crestas que permitieran medir el flujo fácilmente con sólo medir la altura del agua sobre la cresta. Además, se requerirá un sistema de medición de lluvias (pluviometría), con el objeto de correlacionar la precipitación con la escorrentía que llega a los ríos. Esto podría en el futuro indicar la cantidad de flujo en los ríos con sólo medir la precipitación pluvial.

También deberá medirse la profundidad a la capa freática en los pozos y se deberá compilar información acerca de la cantidad de agua bombeada, para así estimar las cargas de contaminantes. Sin embargo, para poder obtener información significativa respecto a la capa freática en la zona del estudio, habría que realizar muchas más mediciones que las propuestas en los once pozos, debido a las múltiples variables que pueden afectarla, incluyendo la porosidad del suelo, la cantidad de agua bombeada, las tasas de recarga, la vegetación en la zona, etc. Por esta razón, la medición de la profundidad de la capa freática no es tan importante y podría hacerse esporádicamente.

El Servicio de Meteorología e Hidrología (SEMEH) del Ministerio de Agricultura está interesado en participar en el Proyecto PROMESA y ha presentado presupuestos para la instalación de una estación hidrométrica, 12 limnímetros en la cuenca, una estación meteorológica en El Imposible, dos estaciones topoclimáticas, seis estaciones pluviométricas y tres estaciones automáticas. La Sección de Hidrología del SEMEH propone realizar los cálculos de aforos en los ríos, realizar muestreos y calcular las cargas de sedimentos, mientras que la Sección de Meteorología ofrece crear una base de datos meteorológicos si se les proporciona los equipos y capacitación necesarios.

4.5 Laboratorios Existentes y Capacidad de Análisis y Muestreo

Existen varios laboratorios que pueden llevar a cabo la mayoría de los trabajos de análisis y muestreo para el proyecto, incluyendo la Universidad Católica de Occidente (UNICO) en Santa Ana, que realizó los muestreos y análisis en el proyecto anterior de WASH en 1991.

La UNICO no tiene la capacidad de hacer análisis de pesticidas, herbicidas o plaguicidas. Estos análisis fueron realizados por CENTA. La UNICO está interesada en participar en el proyecto, realizando análisis y muestreos. CENTA se halla actualmente en un período de transición y existe incertidumbre acerca de su futuro.

FUSADES tiene un flamante laboratorio que puede realizar la mayoría de los análisis requeridos, especialmente de los pesticidas, plaguicidas y herbicidas.

Debido a la gran cantidad de muestras a ser tomadas y analizadas, es recomendable la instalación de un pequeño laboratorio de campo en el área del estudio. Este laboratorio podría realizar análisis de sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, pH, oxígeno disuelto y

conductividad. La /Compañía Hach produce laboratorios de campo que pueden realizar todos los análisis, con la excepción de los correspondientes a pesticidas y plaguicidas.

El Laboratorio del Ambiente del MAG también está interesado en participar en el Proyecto PROMESA. Con ese objeto, ha presentado una propuesta (Apéndice F) para el suministro de equipo de laboratorio que les permitiría realizar los análisis requeridos por este proyecto y otros similares en otras zonas del país en el futuro. Sin embargo, la dificultad del transporte de muestras hace que esta idea sea poco práctica.

4.6 Costos de Muestreo y Análisis

Los costos de los análisis hechos por la UNICO y FUSADES están presentados en el Apéndice F.

El costo de análisis del CENTA por elemento de plaguicidas y pesticidas es de C/415. Este costo no incluye el muestreo, que tendría que contratarse separadamente.

El costo de muestreo de FUSADES es de C/500 por visita de cuatro horas al sitio de muestreo. Este costo no incluye el costo de los análisis a realizar.

Se analizaron tres opciones para el muestreo y análisis en el programa de monitoreo.

- La Opción 1 incluye la contratación de la UNICO y FUSADES para llevar a cabo los muestreos y análisis requeridos por el programa.
- La Opción 2 incluye la instalación de un laboratorio de campo y la contratación de un técnico químico laboratorista, quien llevaría a cabo los análisis y muestreos necesarios. Los análises de pesticidas y paguicidas se llevarían a cabo en el laboratorio de FUSADES.
- La Opción 3 incluye la participación de estudiantes de la UNICO.

Estas tres opciones se detallan a continuación. La Tabla 2 presenta un resumen de los costos anuales de las opciones y la Tabla 3 presenta presupuestos para los tres primeros años del programa.

Opción 1. Contratos de Muestreo y Análisis con la UNICO y FUSADES.

Los costos de muestreo y análisis que se incurrirían si se contratara a la UNICO y FUSADES en los diferentes programas de muestreo se presentan en la Tabla 2. Estos costos incluyen los costos de muestreo, los cuales se calcularon con base en un costo promedio de C/500 diarios.

Aproximadamente el 60 por ciento de los costos de análisis para las aguas superficiales y el 85 por ciento de los costos de análisis para las aguas subterráneas corresponden a los costos de análisis de plaguicidas y pesticidas. Por esta razón, será necesario determinar durante el primer año de monitoreo si estos análisis deberán continuarse. Si los resultados indican de una manera constante que no se detectan estos contaminantes, entonces se dejaría de hacer estos

análisis en forma mensual en el segundo año y sólo se llevaría a cabo en forma esporádica y cuando las circunstancias lo dictasen.

Opción 2. Minilaboratorio con Personal Contratado por el Proyecto

Como se indicó anteriormente, se podría considerar el instalar un laboratorio de campo en el área del estudio. Esto requeriría de personal para realizar el muestreo y los análisis.

El costo aproximado del equipo de laboratorio es de C/175,000. Costos adicionales en este caso incluirían el laboratorista, quieu también haría muestreo, y los costos de los reactivos. El laboratorista deberá ser un técnico en química, que viva en la zona del estudio. Los costos de esta opción incluyen C/175,000 para comprar un vehículo para llevar a cabo los muestreos. Estos costos de compra de equipos están incluidos en los costos anuales, amortizados al 10 por ciento de interés sobre un período de seis años.

Los costos anuales del laboratorista y los reactivos varían según la cobertura del programa. Incluyen un técnico a tiempo completo en todos los casos, siendo la cantidad de reactivos la variable de los costos.

Opción 3. Participación de Estudiantes de la UNICO en el Proyecto

Los estudiantes de la UNICO podrían participar en el proyecto mientras preparen sus tesis de grado. Es posible que los costos de muestreo de la Opción 1 pudieran reducirse si se consiguiera esta participación. Suponiendo que la labor de los estudiantes es gratis, el costo de muestreo se reduciría al costo del transporte de las muestras.

Desde el punto de vista práctico, es poco probable que se pueda conseguir la participación diaria y continua de los estudiantes por los seis años del proyecto. La colección diaria de las muestras de agua superficial tendría que hacerse por una persona contratada por el proyecto, para que se tenga certeza de que las muestras serán tomadas y analizadas en forma continua y sin interrupción. Las muestras mensuales probablemente puedan confiarse a los estudiantes. Por esta razon, los ahorros en los costos de muestreo con la participación de los estudiantes de la UNICO no se consideran significativos. Los costos de esta opción no están incluidos en la Tabla 2.

La Tabla 3 presenta presupuestos para los tres primeros años del programa de monitoreo. En el primer año estan incluidos los costos de análises de pesticidas y plaguicidas, mientras que en el segundo año no se incluyen estos costos, asumiendo que estos análises se haran solamente en el primer año. La opción 2 incluye en el primer año los costos de compra del laboratorio y el vehiculo. El tercer año tiene los mismos costos que el segundo año.

Tabla 2

Costos Anuales de Muestreo y Análisis

(Colones)

	Cobertura Maxima		Cobertura Media		Cobertura Minima	
Rios	Muestreo	Análisis	Muestreo	Análisis	Muestreo	Análisis
Opción 1						
Rutinarios	170,000	236,000	92,000	133,000	54,000	78,000
Pesticidas	6,000	288,000	5,000	160,000	3,000	95,000
Subtotal	176,000	524,000	97,000	293,000	57,000	173,000
Total	700,000		390,000		230,000	
Opción 2						
Rutinarios	24,000	139,000	19,000	125,000	14,000	121,000
Pesticidas	6,000	288,000	5,000	160,000	3,000	95,000
Subtotal	30,000	427,000	24,000	285,000	17,000	216,000
Total	457,000		309,000		233,000	
Pozos						
Opción 1						
Rutinarios	3,000	47,000	2,500	20,000	2,000	9,000
Pesticidas	3,000	262,000	2,500	120,000	2,000	72,000
Subtotal	6,000	309,000	5,000	140,000	4,000	81,000
Total	315,000		145,000		85,000	
Opción 2						
Rutinarios	1,000	6,000	700	5,000	500	4,000
Pesticidas	3,000	262,000	2,500	120,000	2,000	72,000
Subtotal	4,000	268,000	3,200	125,000	2,500	76,000
Total	272,000		128,200		78,500	
Total Rios y Pozos						
Opción 1	1,015,000		535,000		315,000	
Opción 2	729,000		437,200		311,500	

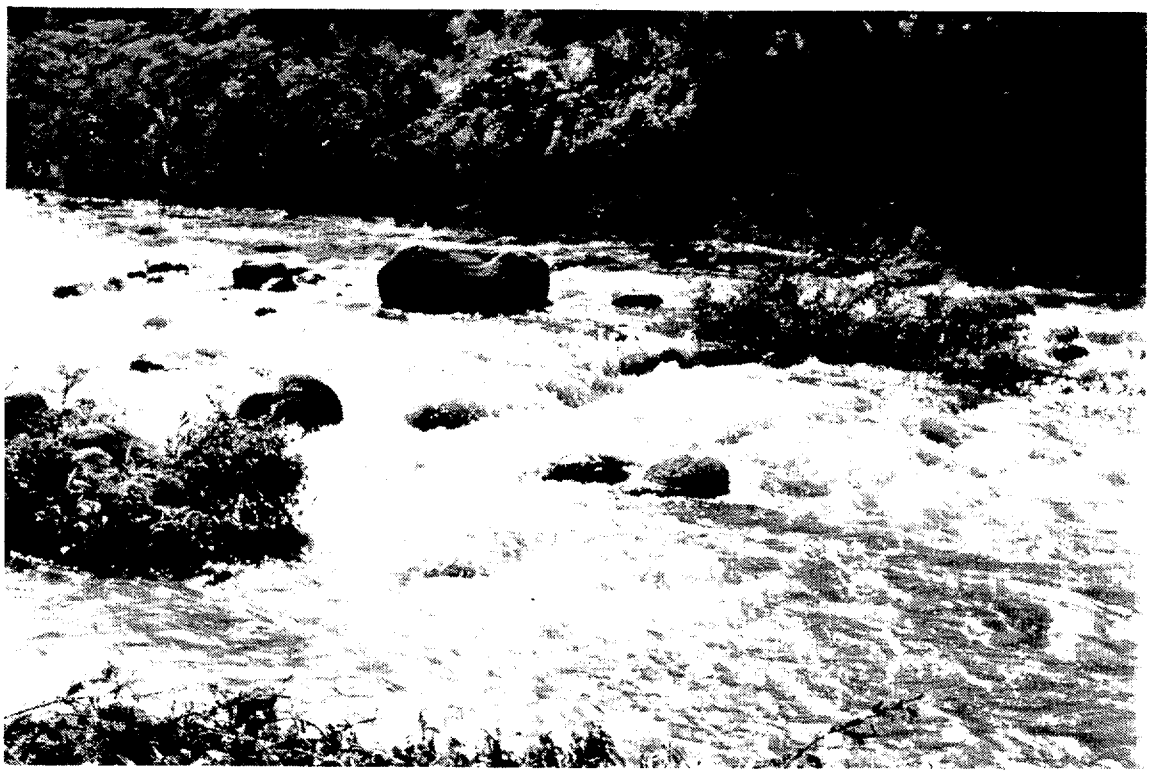
Tabla 3

Presupuestos Para Muestreo y Analisis

(Colones)

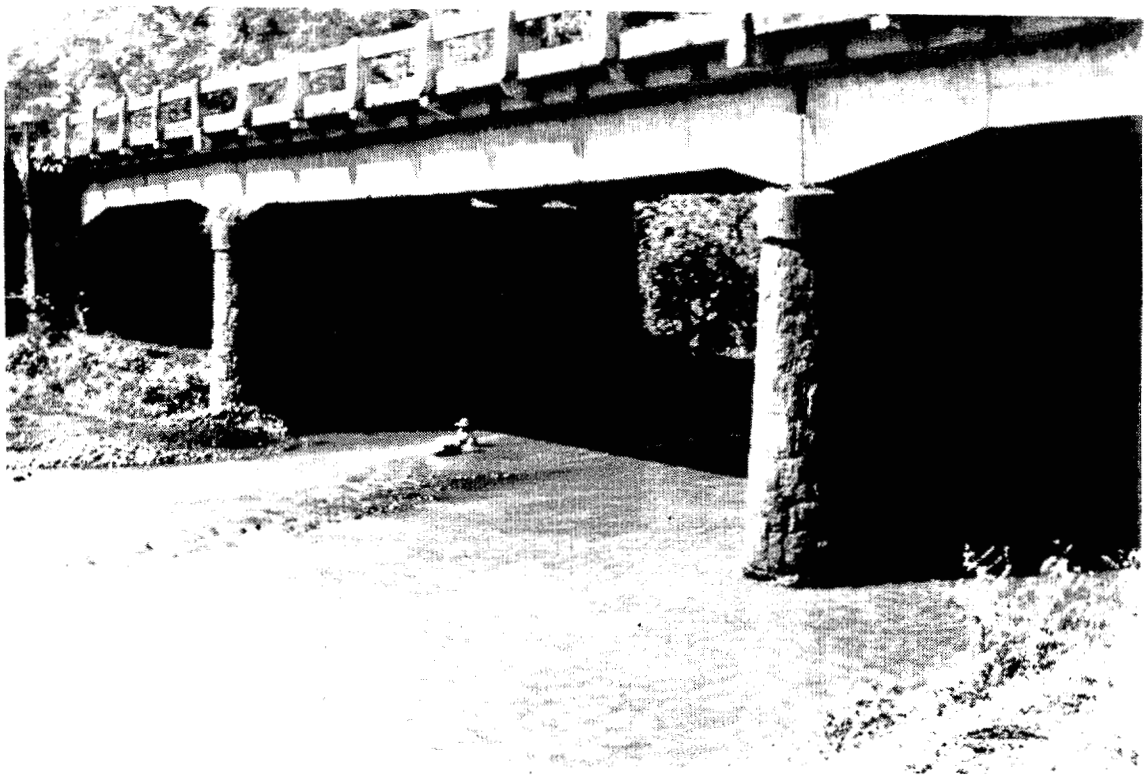
	Cobertura Maxima	Cobertura Media	Cobertura Minima
Primer Ano			
Opción 1	1,015,000	535,000	415,000
Opción 2	999,000	707,000	582,000
Segundo Ano			
Opción 1	456,000	248,000	143,000
Opción 2	90,000	70,000	60,000
Tercer Ano			
Opción 1	456,000	248,000	143,000
Opción 2	90,000	70,000	60,000

36



No. 1 Rio El Rosario.

No. 2 Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre El Rio El Rosario.

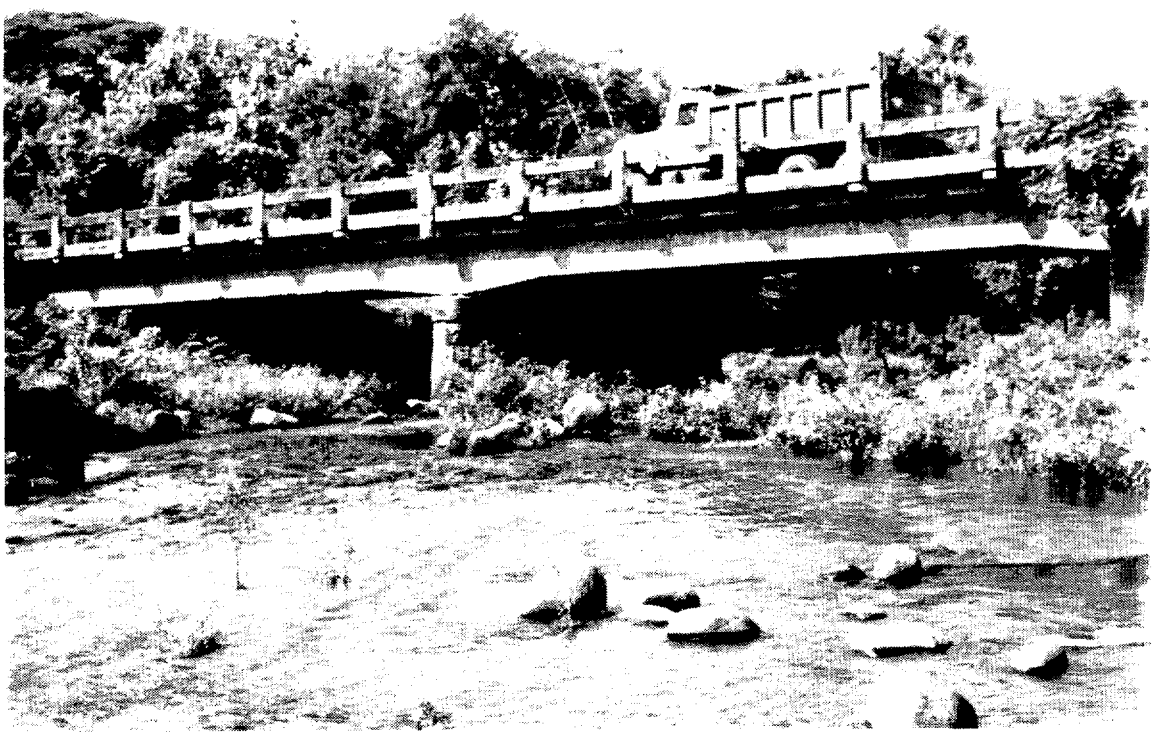


No. 3 Rio El Rosario, Puente Carretera (CA-2) de tres Luces, El Rio es el mas grande de la cuenca.

No. 4 Rio El Naranjo, Esta parte del rio es utilizada para explotación de arena en forma manual y lavado de ropa.

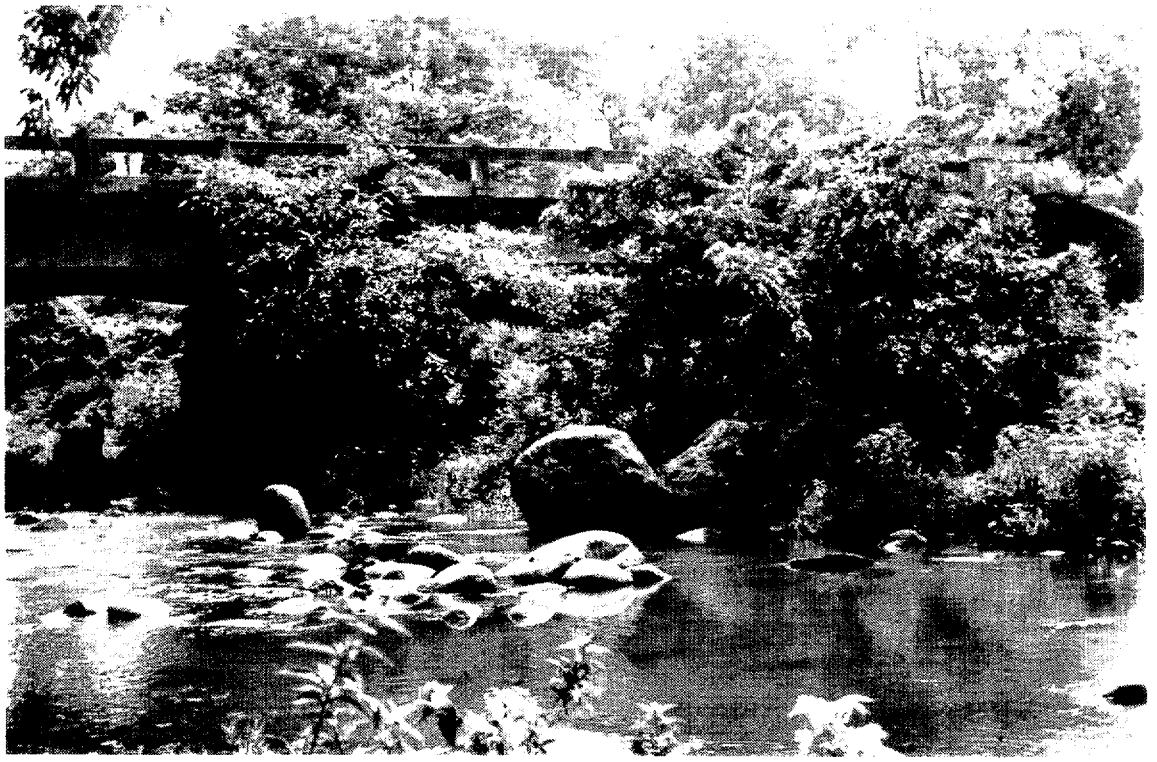
38

No. 5 Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre El Rio El Naranjo, este rio es de mediano tamaño en la cuenca.



No. 6 Rio El Naranjo, el puente tiene dos luces.

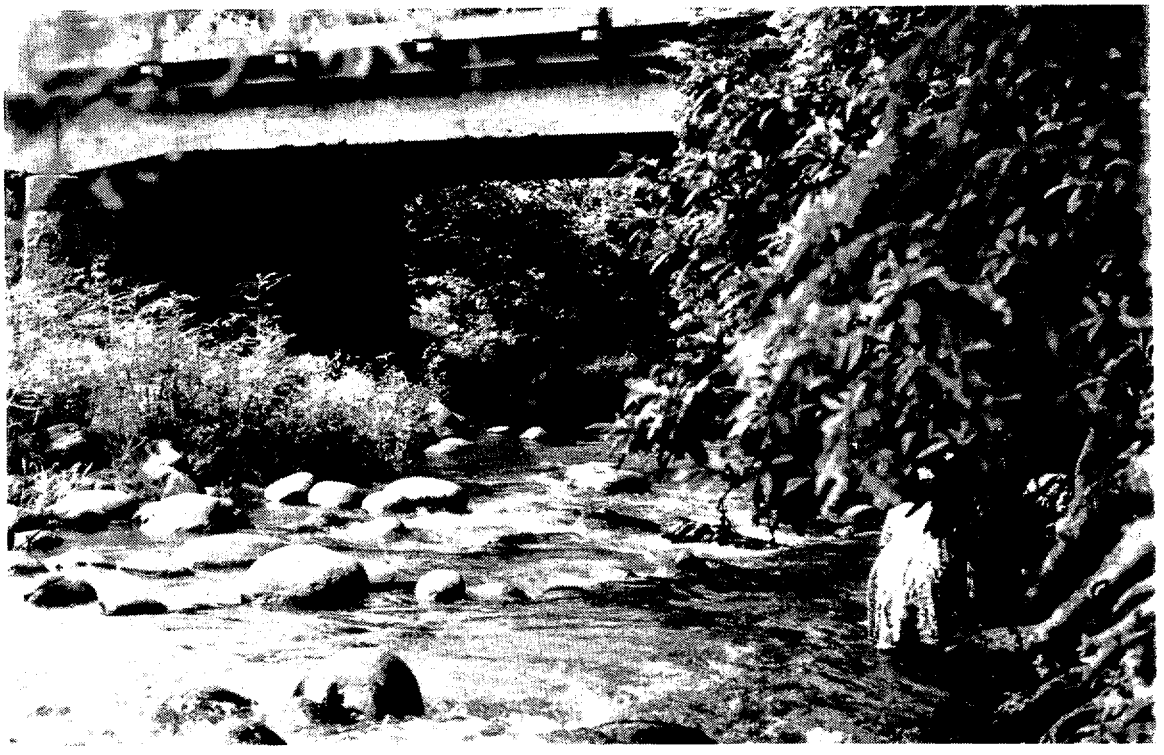
No. 7 Puente de la Carretera (CA-2) sobre El Rio Cuilapa el puente tiene una sola luz, el flujo es mediano, En esta parte el rio es utilizado para lavado deropa.



No. 8 Puente de la Carretera (CA-2) sobre El Rio Guayapa que es el segundo en tamaño de la cuenca.

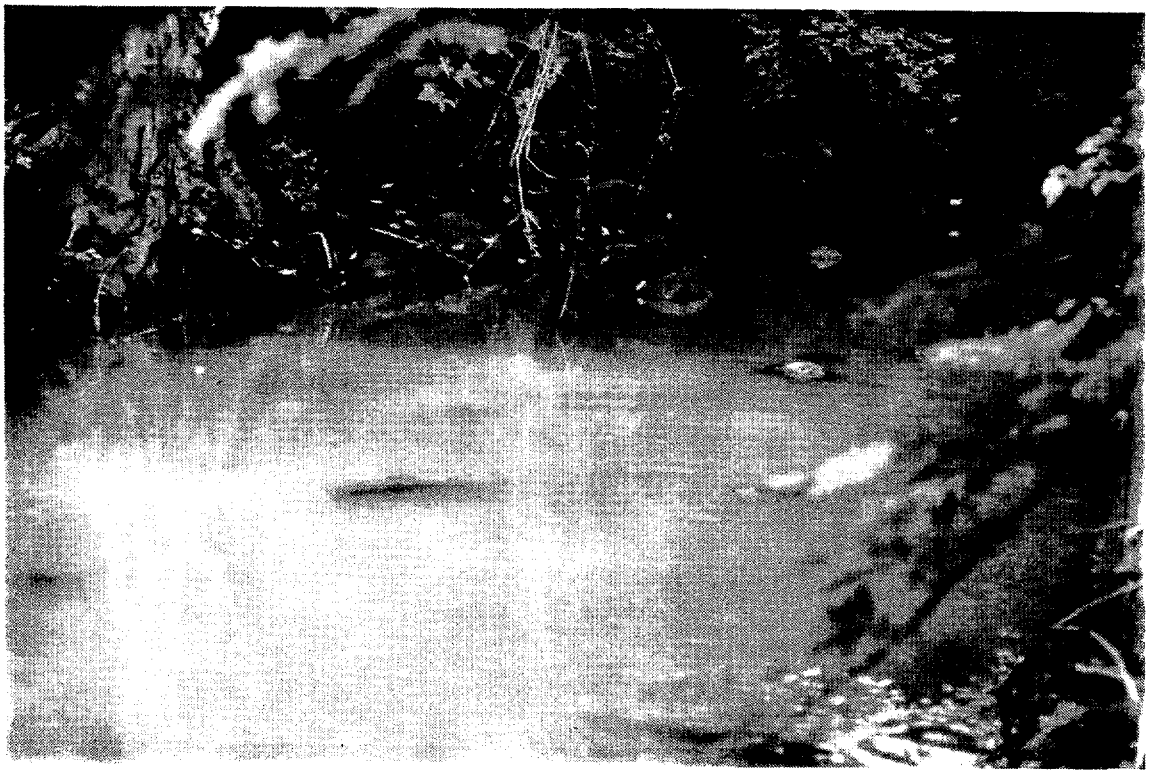
40

No. 9 Rio Guayapa, El puente tiene dos luces, una de las cuales está completamente obstruida.



No. 10 Rio Guayapa, el rio solo pasa por una de la luces esta parte del rio es utilizada para el lavado de ropa por las personas del lugar.

No. 11 Rio Aguachapio, el puente riene una sola luz, y es el que trae menor flujo de la cuenca.



No. 12 Rio Aguachapio, el color del agua es producido por el jabón usado para el lavado de ropa.

43

No. 13 Rio Aguachapio, aguas arriba volviendo de El Imposible, el rio era limpi de los y claro como puede verse, este en uno de los rios más pequeños de la cuenca.

No. 14 Puente de la Carretera (CA-2) sobre El Rio Izcanal, el puente tiene una sola luz, el rio es uno de los más pequeños de la cuenca.

No. 15 Puente de la Carretera del Litoral (CA-2) sobre El Rio Cara Sucia, el puente tiene dos luces.

No. 16 Rio Cara Sucia, el rio presenta contaminación por por descargas agricolas y domésticas aguas arriba.

95

No. 17 Rio Cara Sucia, presenta contaminación por desechos sólidos y aguas negras.

No. 18 Rio La Palma, el puente tiene una sola luz, este rio trae un flujo mediano en la cuenca, el color del rio es producido por el lavado de ropa.

No. 19 Rio San Francisco, el puente tiene una sola luz, este rio trae uno de los flujos más pequeños.

47

No. 20 Rio San Francisco, es uno de los mas pequeños de la cuenca, el color del rio es principalmente producido por el jabón usado en el lavado de ropa.

48

Capítulo 5

CASO DE ESTUDIO

5.1 Datos Existentes para el Caso

El equipo de WASH se trasladó a la zona del estudio y entrevistó al Jefe de la Agencia de Extensión Agropecuaria de Cara Sucia, quien indicó que las principales causas de la contaminación en la zona son los vertidos de establos; el uso indiscriminado de fertilizantes y herbicidas (Gramoxone, Paraquat) y pesticidas por los pequeños agricultores (de 1/2 mz a 5 mz en su mayoría); y las malas prácticas agrícolas (quemas y falta de medidas de conservación de suelos). La zona de jurisdicción de la Agencia de Extensión es virtualmente la misma que la de la cuenca del estudio, y debido a esto sería muy beneficioso para el Proyecto PROMESA trabajar en estrecha colaboración con la Agencia, la cual tiene mucho interés en colaborar con el proyecto.

El Jefe de la Agencia mencionó el caso del establo del Rancho Los Dos, el cual está contaminando el Río Cara Sucia, aguas arriba de la población de Cara Sucia. Se indicó que la Unidad de Salud tenía un expediente con antecedentes.

La Unidad de Salud de Cara Sucia, a través de los inspectores de Saneamiento Ambiental de Cara Sucia, mantiene los antecedentes del problema, el cual fue denunciado por la comunidad como resultado de la contaminación de las aguas del Río Cara Sucia con vertidos del establo del Rancho Los Dos.

5.2 Análisis de Datos

En 1991, el Centro de Salud tomó diez muestras que fueron analizadas con respecto a contaminación bacteriológica. Siete de estas muestras tomadas aguas abajo del Rancho Los Dos señalaron la presencia de contaminación bacteriana, mientras que las tres muestras restantes tomadas aguas arriba de la descarga del Rancho Los Dos arrojaron resultados negativos.

5.3 Fuentes de Contaminación

Las fuentes de contaminación producidas en el Rancho Los Dos incluyen dos descargas continuas y una descontinua cada vez que llueve. (Ver fotografías 21, 22 y 23.) Las descargas continuas provienen del rebalse de los bebederos y del agua utilizada para lavar los establos. La descarga descontinua proviene de la escorrentía contaminada de las aguas de lluvia que caen encima de los corrales y terminan en el río. Las descargas continuas ocurren a través de un pastizal (zacatal), mientras que la descarga intermitente se hace directamente

al río. Además, el establo no cuenta con servicio sanitario ni agua potable para los trabajadores (15 en promedio).

5.4 Alternativas para Eliminar la Contaminación que PROMESA Podría Implementar

Los problemas de contaminación producidos por el establo pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Manejo de aguas negras
- Manejo de aguas utilizadas en el establo
- Manejo de aguas de lluvia

La ausencia de servicios sanitarios para uso de los trabajadores produce un problema de contaminación fecal en el área. Como primera medida, deberían proveerse letrinas para el uso de los trabajadores en áreas apropiadas. Estas letrinas podrían ser del tipo de fosa o letrinas aboneras, dependiendo del nivel de la capa freática en la zona.

El manejo de las aguas en el establo es ineficiente. El establo saca mucho más agua de la que necesita aguas arriba en el río, y luego la descarga después de contaminarla a su paso por el establo, en el pastizal adyacente y, finalmente, en el río. El uso más eficiente del agua, de tal modo que no desbordara de los bebederos, evitaría la contaminación.

El manejo del agua de lluvia es otro problema. Gran parte de los establos están a la intemperie y en pendiente, de tal modo que, cuando llueve, la lluvia lava los establos llenos de estiércol hacia el río. La solución obvia de este problema consistiría en cubrir los establos de tal modo que el agua de lluvia no fuera contaminada, y hacer la limpieza de los establos en seco.

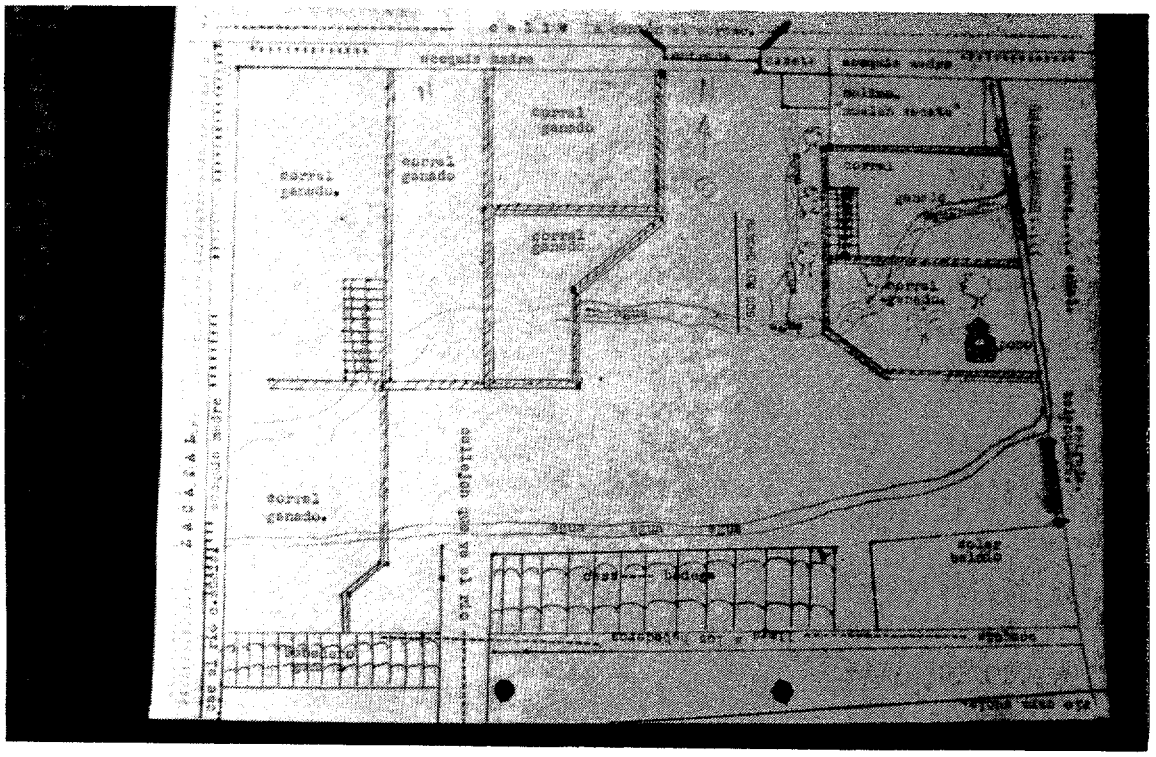
La solución que el Rancho ha adoptado ha sido la construcción de una trampa para sólidos en la zanja de vertido hacia el pastizal. Tal medida sólo produciría la remoción de los sólidos más pesados, pero no es eficaz en la remoción de sólidos pequeños, bacterias y contaminantes disueltos.

5.5 Recomendaciones Generales

En general, el manejo apropiado de las aguas en usos agrícolas y las precauciones que deberían tomarse para evitar la contaminación de las aguas de lluvia pueden producir resultados mucho más satisfactorios que el tratamiento de las aguas contaminadas, y a un costo mucho menor. Con respecto a los establos específicamente, se formulan las siguientes recomendaciones:

60

- Deben instalarse letrinas en áreas apropiadas para el uso de los trabajadores. Estas letrinas pueden ser del tipo de fosa o letrinas aboneras, dependiendo del nivel de la capa freática en la zona.
- Debe minimizarse la cantidad de aguas para bebederos y limpieza, y debe evitarse su contaminación innecesaria.
- Debe evitarse la contaminación del agua de lluvia que cae en los establos. Gran parte de los establos están a la intemperie y en pendiente, de tal modo que la lluvia lava los establos llenos de estiércol hacia ríos u otras corrientes de agua superficiales. Los establos deben construirse con techo, de tal modo que el agua de lluvia no sea contaminada. La limpieza de los establos debe hacerse en seco.
- El estiércol debe almacenarse en zonas apropiadas que no produzcan problemas de contaminación de las aguas de lluvia. Estas zonas de almacenamiento deben estar lejos de corrientes de agua, en zonas planas. El estiércol puede utilizarse como abono y su disposición final debe hacerse tan pronto como sea posible.



No. 21 Plano esquemático del Establo del Rancho Los Dos, ubicado en Cara Sucia.

No. 22 Fotografía del abrevadero del establo del Rancho Los Dos.

52

No. 23 Fotografía del Canal de desague del Rancho Los Dos, ubicado en Cara Sucia.

63

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los resultados del estudio de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, llevado a cabo por WASH en 1991, indicaron que existía contaminación fecal prevalente a lo largo del área muestreada. Se determinó que los ríos tenían altas concentraciones de demanda biológica de oxígeno y amoníaco y bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

- También se comprobó que, con la excepción de *metamidophos* (Tamaron), las concentraciones de pesticidas, herbicidas y plaguicidas eran bajas. Finalmente, se encontraron altas concentraciones de boro y arsénico en suelos de la zona adyacente al canal de transporte de aguas residuales de la planta geotérmica de Ahuachapán.

- Posteriormente, en abril de 1993, SalvaNatura realizó un muestreo en la zona que arrojó resultados similares a los del estudio de WASH.

- Las principales actividades que contaminan los recursos de agua de la zona están relacionadas con la disposición de las aguas servidas y el lavado de ropa, actividades domésticas tales como la industria pecuaria o agrícola, y las descargas geotérmicas de la planta de Ahuachapán.

- El Ministerio de Salud realizó un catastro de vertidos industriales y agroindustriales a nivel nacional. Los resultados de este catastro en el área indican que los principales vertidos son de tipo agroindustrial.

- Con la excepción del estudio ejecutado por WASH en 1991, que representa un período limitado de muestreo y análisis, y el muestreo llevado a cabo por SalvaNatura en abril de 1993, hasta la fecha no se ha realizado en la cuenca un estudio sistemático con respecto a la contaminación del agua, el suelo y la fauna.

- El manejo apropiado de las aguas en usos agrícolas y las precauciones que deberían tomarse para evitar la contaminación de las aguas de lluvia pueden producir resultados mucho más satisfactorios que el tratamiento de las aguas contaminadas, y a un costo mucho menor.

- De acuerdo al Jefe de la Agencia de Extensión Agropecuaria de Cara Sucia, las principales causas de la contaminación en la zona son los vertidos de establos; el uso indiscriminado de fertilizantes, herbicidas (Gramoxone, Paraquat) y pesticidas por los

pequeños agricultores (de 1/2 mz a 5 mz); y las malas prácticas agrícolas (quemas y falta de medidas de conservación de suelos).

6.2 Recomendaciones

- El equipo WASH realizó dos visitas a la zona para identificar puntos de muestreo convenientes. Aunque el tiempo disponible no permitió hacer un recorrido a lo largo de los ríos más importantes, tal reconocimiento debería llevarse a cabo durante la etapa inicial del Proyecto PROMESA. El reconocimiento implicaría obtener información sobre el bosque de galería del río, fuentes de contaminación, y otros datos de interés que podrían transcribirse en un mapa de la cuenca.

- La zona de jurisdicción de la Agencia de Extensión es virtualmente la misma que la de la cuenca del estudio y, debido a esto, sería muy beneficioso para el Proyecto PROMESA trabajar en estrecha colaboración con la Agencia, la cual tiene mucho interés en colaborar con el proyecto.

- El programa de muestreo de aguas superficiales incluye los nueve ríos siguientes: El Rosario, El Naranjo, Cuilapa, Guayapa, Aguachapío, Izcanal, Cara Sucia, La Palma y San Francisco. Este programa sería el de cobertura máxima. Un programa de cobertura mediana podría incluir la mitad de los puntos propuestos, mientras que un programa de cobertura mínima podría incluir sólo una tercera parte de los ríos. La elección del programa dependerá de los fondos disponibles.

- En el programa de cobertura mediana, se podrían muestrear cinco ríos que serían representativos de la cuenca entera. Se proponen los siguientes puntos de muestreo para este programa: Río El Rosario, Río El Naranjo, Río Cara Sucia, Río Aguachapío y Río Guayapa.

- El programa de cobertura mínima incluiría solamente el Río El Rosario, el Río Cara Sucia y el Río Aguachapío.

- El programa de muestreo de aguas subterráneas incluye los 11 pozos siguientes: Hacienda Cara Sucia, Caserío cerca del Zanjón La Danta, Caserío Guayapa Abajo, Hacienda La Danta, Población Cara Sucia, Población San José El Naranjo, Hacienda Santa Rita, El Achiotal, Hacienda El Camalote, Caserío El Porvenir y Embarcadero de Guayapa. Tal como en el caso de las aguas superficiales, los pozos de muestreo arriba indicados representan la cobertura máxima del programa.

- Un programa de cobertura mediana podría incluir solamente los pozos de mayor producción, que son aquéllos que abastecen a las haciendas y establos. Estos pozos son los de la Hacienda Cara Sucia, Hacienda La Danta, Hacienda Santa Rita, El Achiotal y Hacienda El Camalote.

- Un programa de cobertura mínima sería aquél que incluyera solamente los tres pozos siguientes: Hacienda Cara Sucia, Hacienda Santa Rita y Hacienda El Camalote.

El programa elegido dependerá de los fondos disponibles para este programa de monitoreo.

- Se recomienda realizar análisis de los siguientes parámetros:

  Parámetros físicos: olor, temperatura, conductividad eléctrica, pH, turbidez, color, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y sólidos totales.

  Parámetros químicos: oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno de nitratos, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, fosfatos, detergentes, arsénico, boro, sodio, potasio, compuestos organoclorados y compuestos organofosforados.

  Parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes fecales.

- Después de considerar diferentes opciones, concluimos que el programa de monitoreo más recomendable es uno que incluya ciertos parámetros en forma intensiva y otros que se investiguen con menor frecuencia. Específicamente, los sólidos suspendidos o sedimentables, los cuales son indicadores de la erosión de la cuenca, se deberían analizar en forma intensiva en las aguas superficiales, especialmente en la época de lluvias, mientras que los coliformes fecales, plaguicidas, pesticidas y metales se analizarían sobre una base mensual.

- En cuanto al monitoreo de las aguas subterráneas, los parámetros a investigarse serán los contaminantes resultantes de actividades agrícolas y domésticas, o sea, plaguicidas, pesticidas, fertilizantes y coliformes fecales. Los puntos de muestreo están cercanos a los lugares donde se llevan a cabo actividades agrícolas o a poblaciones. Algunos pozos están cercanos a la canaleta que lleva la descarga geotérmica de Ahuachapán, y podrían estar contaminados por boro y arsénico.

- La frecuencia de muestreo recomendada para los ríos y pozos es mensual para la gran mayoría de los parámetros, con la excepción de los parámetros físicos de temperatura, turbidez, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto en los ríos, que se propone se realicen diariamente en la época de lluvias y después de cada evento de lluvia en otras épocas del año.

- Los sólidos suspendidos se analizarán conjuntamente con los sólidos sedimentables, hasta que se pueda determinar la correlación que existe entre estos dos parámetros. Una vez que se haya establecido esta relación, se analizarán solamente los sólidos sedimentables sobre una base diaria, mientras que los sólidos suspendidos se analizarán mensualmente.

- Debido a la gran cantidad de muestras a ser tomadas y analizadas, es recomendable la instalación de un pequeño laboratorio de campo en el área del estudio. Este laboratorio podría realizar análisis de sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, pH, oxígeno disuelto y conductividad. La Compañía Hach produce laboratorios de

52

campo que pueden realizar todos los análisis con la excepción de los de pesticidas y plaguicidas. El costo aproximado de este equipo de laboratorio es de C/175,000.

- Aproximadamente el 65 por ciento de los costos de análisis de las aguas superficiales y el 85 por ciento de los costos de análisis de las aguas subterráneas representan los costos de análisis de plaguicidas y pesticidas. Por esta razón, será necesario determinar durante el primer año de monitoreo si estos análisis deberán continuarse. Si los resultados indican en forma constante que no se detectan estos contaminantes, entonces se dejaría de realizar estos análisis en forma mensual y sólo se llevarían a cabo en forma esporádica y cuando las circunstancias lo dictasen.

- Tal como se indicó anteriormente, se recomienda la instalación de un laboratorio de campo en el área del estudio. Esto requeriría de personal para realizar el muestreo y los análisis. Los estudiantes de la UNICO podrían participar en el proyecto mientras preparen sus tesis de grado. Sería posible que los costos de muestreo y análisis fueran más bajos si se consiguiera esta participación.

- En general, el manejo apropiado de las aguas en usos agrícolas y las precauciones que deberían tomarse para evitar la contaminación de las aguas de lluvia pueden producir resultados mucho más satisfactorios que el tratamiento de las aguas contaminadas, y a un costo mucho menor. Con respecto a los establos específicamente, se formulan las siguientes recomendaciones:

  Deben instalarse letrinas en áreas apropiadas para el uso de los trabajadores. Estas letrinas pueden ser del tipo de fosa o letrinas aboneras, dependiendo del nivel de la capa freática en la zona.

  Debe minimizarse la cantidad de aguas para bebederos y limpieza, y debe evitarse su contaminación innecesaria.

  Debe evitarse la contaminación del agua de lluvia que cae en los establos. Gran parte de los establos están a la intemperie y en pendiente, de tal modo que la lluvia lava los establos llenos de estiércol hacia ríos u otras corrientes de agua superficiales. Los establos deben construirse con techo, de tal modo que el agua de lluvia no sea contaminada. La limpieza de los establos debe hacerse en seco.

  El estiércol debe almacenarse en zonas apropiadas que no produzcan problemas de contaminación de las aguas de lluvia. Estas zonas de almacenamiento deben estar lejos de corrientes de agua, en zonas planas. El estiércol puede utilizarse como abono y su disposición final debe hacerse tan pronto como sea posible.

APENDICE A

REFERENCIAS

U.S. Agency for International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 1985. El Salvador, Perfil Ambiental, Estudio de Campo. San Salvador: EMTESCA de C. V.

U.S. Agency for International Development. 1989. Environmental and Natural Resource Management in Central America.

U.S. Agency for International Development. 1985. Environmental Profile for El Salvador.

Van Der Leedn, F., F. Troise y D. Todd. 1990. The Water Encyclopedia. Second Edition. Michigan: Lewis Publishers.

L. Fernando Requena y Becky A. Myton. 1991. Informe de Campo No. 354. Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en determinadas cuencas de la región sudoccidental de El Salvador.

SalvaNatura-USAID. Julio de 1993. Biodiversidad y Ecología de la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible.

APENDICE B

RESUMEN DE ENTREVISTAS Y VIAJES DE CAMPO

1. Personeros de la Misión de la USAID Entrevistados

- Peter Gore
- Rodolfo Cristales

2. Laboratorios Visitados

Laboratorio	Persona Visitada	Capacidad
FUSADES	Ricardo Molina	Parámetros de erosión; análisis físicos, químicos y biológicos del agua. Análisis de todo tipo (cuenta con equipo de absorción atómica, y puede brindar servicio de muestreo y asistencia técnica para interpretación de resultados. En tres semanas estará operando a su máxima capacidad).
UNICO, 1a. Calle Poniente, Santa Ana 41-3217 40-8785	José Antonio Puig	Análisis químicos y microbiológicos de rutina (trabajaron duramente para la toma de muestras de campo con el grupo de WASH No. 354).
CENTA, Km. 33, Carretera a Santa Ana 38-4266	Luis Antonio Reyes y Rogelina Cárdenas	Análisis de plaguicidas.

De los laboratorios visitados con capacidad para realizar análisis químicos de rutina, se seleccionó al laboratorio de la UNICO, y para realizar cualquier otro tipo de análisis, al laboratorio de FUSADES, debido a su gran capacidad física y personal especializado.

Se recomienda que en el sitio se establezca un pequeño laboratorio de campo para realizar muestreos periódicos de parámetros, tales como medición de sólidos, que muestren el arrastre de materiales producido por las lluvias, y otros como DBO y DQO.

3. Otras Entrevistas

A. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)

- Ing. Atilio Avendaño, Director de UEDA/ANDA
- Ing. Ana Elsa de Irula, Técnico de UEDA
- Ing. Manuel Merlos, encargado del Banco de Datos de ANDA sobre Calidad del Agua. Tiene información química y microbiológica sobre los principales ríos y pozos y sobre la contaminación del agua utilizada para riego.
- Ing. Francisco Ortiz, Jefe del Departamento de Control Sanitario de ANDA
- Lic. Magdalena de Aguilar, Jefe del Laboratorio de ANDA
- Sr. Jorge Acosta y Sr. Jaime Pinel, Técnicos del Departamento de Hidrogeología de ANDA. Cuentan con información sobre estudios hidrogeológicos y de pozos en algunas zonas del país.
- Lic. Jorge Alberto Menjívar, Gerente del Proyecto ANDA/AID

B. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)

- El Dr. Santiago Almeida, Epidemiólogo del MSPAS, posee información sobre el Estudio de Control de Casos de Cólera para Cara Sucia.
- Plan Nacional de Saneamiento Básico Rural (PLANSABAR)

  El Lic. Simón Tadeo Aguillón, encargado del Laboratorio de PLANSABAR, posee información sobre análisis de agua en acueductos administrados por PLANSABAR.
- La Ing. Patricia de Segurado, Jefe del Departamento de Saneamiento Ambiental, brindó información sobre puntos de contaminación de los recursos hídricos, según datos de 1993.
- Ing. Luis Ernesto Cuestas y Lic. Angel Reyes Tani, de la Región Occidental de Saneamiento Ambiental del MSPAS

C. Organización Panamericana de la Salud (OPS) en El Salvador

- Dr. Hugo Villegas, Representante de la OPS en El Salvador
- Dr. Angel Valenzia, Epidemiólogo de la OPS

D. Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)

- Ing. Carlos Escobar Bruno, Jefe del Laboratorio de CEL
- Ing. José Orlando Argueta Lazo, Superintendencia de Control del Medio Ambiente de CEL

E. Reunión en AID

- Peter Gore (AID)
- Rodolfo Cristales (AID)
- Eric D. Fajer (AID/Washington)
- José Rosa (OSPA)
- Jaime Arce, Jefe del Departamento de Hidrología, CENREN/MAG
- Leonardo Merlos, Jefe del Servicio Meteorológico e Hidrológico, CENREN/MAG
- Carlos Humberto Salazar, Jefe de Climatología y Agrometeorología, CENREN/MAG
- Nelson Martínez, Laboratorio del Ambiente, MAG
- Fernando Requena
- Emilia de Quintanilla

Esta reunión se concertó para la presentación y discusión del programa de monitoreo, la creación de una unidad coordinadora para el proyecto, y la presentación de propuestas de planes de acción de las instituciones del gobierno en relación con su intervención en el Proyecto PROMESA, como son las áreas de hidrología, meteorología, climatología y agrometeorología, y laboratorios de agua y suelos.

4. Viajes de Campo

A. 23 de julio de 1993

Participantes:	Fernando Requena
	Emilia de Quintanilla
Lugares visitados:	Santa Ana
	San Andrés

Se realizó una visita al Laboratorio de la Universidad Católica de Occidente (UNICO). Se consultaron los resultados de los análisis de sólidos sedimentables realizados para el informe pasado. Estos nos fueron entregados por la Oficina Regional de Saneamiento Ambiental del MSPAS ubicada en Santa Ana. Por la tarde se visitó el Laboratorio del CENTA, el cual se encuentra en proceso de transición luego de la declaración de su autonomía y reevaluación de todo el personal.

B. 24 de julio de 1993

Participantes: Peter Gore
Eric D. Fajer
Emilia de Quintanilla
Fernando Requena

Lugares visitados: Bosque El Imposible
La Barra de Santiago

Se efectuó una visita al Bosque El Imposible, realizándose un recorrido por el sitio. Se visitaron diferentes estaciones para verificar la altura y reconocimiento de las cuencas de los ríos. Por la tarde se realizó una visita a la Barra de Santiago, donde se visitó el proyecto de criadero de tortugas, el cual fue construido por los niños de escuela y otros habitantes de la localidad. Al respecto se puede mencionar que cuando las tortugas salen del huevo, son devueltas al mar para su preservación.

C. 28 de julio de 1993

Participantes: Fernando Requena
Emilia de Quintanilla

Lugares visitados: Cara Sucia
San Francisco Menéndez

Entrevistas:

Ing. César R. Guerrero, Jefe de la Agencia de Extensión Agropecuaria de Cara Sucia. El tema tratado fueron las principales causas de la contaminación en la zona. Al respecto se mencionaron los vertidos de los establos, el uso indiscriminado de fertilizantes, herbicidas (Gramoxone, Paraquat) y pesticidas por los pequeños agricultores (de 1/2 mz a 5 mz en su mayoría), y las malas prácticas agrícolas (quemas y falta de medidas de conservación de suelos).

Dr. Mario López, de la Unidad de Salud de Cara Sucia, y los Sres. Luis Adán Hernández y Fidel Torres, inspectores de Saneamiento Ambiental de Cara Sucia, quienes explicaron los antecedentes del problema, el cual fue denunciado por la comunidad debido a la contaminación de las aguas del Río Cara Sucia por los vertidos del establo del Rancho Los Dos.

Sr. Ismael Villa Gómez, encargado del Rancho Los Dos, el cual ocasiona problemas de contaminación del Río Cara Sucia por los vertidos de aguas del establo (cuentan con aproximadamente 500 reses).

Se observaron los ríos y arroyos de la zona del estudio y se entrevistaron a algunas personas del lugar, observándose sedimento de suelo en el cauce de los mismos y uso de detergentes y lejía para el lavado de ropa en los ríos.

APENDICE C

ANALISIS DE LA UNICO (1991)

REPORTE FINAL DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE AGUA REALIZADOS POR UNICO PARA CDM/WASH

Valores Normales	6.5-8.5	0-30 µs	****	** <0.01mg/l	*** <1.0mg/l	10 mg/l***	****
No. W.S.*	pH	CONDUC. µS	S.SED. ml/L	NH4 mg/L	NO2 mg/L	NO3 mg/L	PO4 mg/L
1	7.79	143	0.5	0.150	0.013	0.3	0.153
2	7.71	141	3.0	0.600	0.024	0.5	0.325
3	7.32	216	4.0	0.260	0.015	0.3	0.634
4	7.61	146	2.0	0.310	0.012	0.9	0.565
5	7.61	113	2.0	0.210	0.007	0.3	0.163
6	7.29	172	3.0	0.280	0.010	0.3	0.132
7	7.26	186	0.5	1.380	0.020	1.2	0.905
8	7.55	115	0.1	0.815	0.015	0.8	0.143
9	7.50	138	0.1	0.988	0.015	0.9	0.147
10	7.61	110	0.5	0.440	0.011	0.7	0.071
11	7.65	123	0.5	0.270	0.013	0.7	0.105
12	7.82	180	0.5	0.365	0.014	0.1	0.090
13	7.46	106	0.0	0.110	0.010	0.1	0.165
14	7.59	116	0.5	0.190	0.011	0.1	0.113
15	7.93	159	0.5	0.250	0.018	0.0	0.103
16	7.20	550	0.0	0.781	0.007	0.2	6.628
17	7.60	26000	0.5	8.504	0.012	0.4	0.200
18	7.67	206	0.5	0.885	0.015	0.4	0.122
19	7.30	360	0.5	0.000	0.016	3.0	0.296
20	7.60	1020	0.0	0.840	0.068	3.5	0.592

No. W.S.*	pH	CONDUC. µS	S.SED. ml/L	NH4 mg/L	NO2 mg/L	NO3 mg/L	PO4 mg/L
21	7.21	5420	0.0	0.500	0.012	19.3	1.741
22	7.20	5430	0.5	8.908	0.344	6.0	2.900
23	6.99	461	0.5	0.030	0.010	3.0	0.197
24	7.30	349	0.5	0.400	0.010	0.9	0.170
25	7.82	364	0.5	0.315	0.012	0.1	0.087
26	7.40	294	0.5	0.230	0.016	0.1	0.120
27	6.92	350	0.0	0.080	0.013	6.7	0.437
28	7.56	127	0.5	0.160	0.011	5.1	0.398
29	7.87	1001	0.0	0.587	0.053	23.5	0.300
30	8.05	570	0.0	0.810	0.084	12.3	0.275

METODOLOGIA DE LOS ANALISIS:

Sólidos sedimentables: Método del Cono de Imhoff.
Nitrógeno amoniacal: Método de Nessler.
Nitratos: Método de la reducción del Cadmio (según la versión de Hach Company).
Nitritos: Método de la Diazotización con ácido cromotrópico y ácido sulfanílico (según la versión de Hach Company).
Fosfatos: Método del molibdato de amonio y ácido ascórbico (según la versión de Hach Company).

---

*W.S.: Muestra de Agua Water Sample)
** en aguas naturales
*** agua potable
**** no hay valor estandar

APENDICE D

ARTICULOS DE PRENSA ESCOGIDOS

Posible explotación turística de parques

Nuestro país dispone de unas 106 áreas naturales identificadas por el Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre, que podrían servir para fines turísticos.

Montecristo, El Imposible, Barra de Santiago, Los Andes y Laguna El Jocotal, Cerro Verde, Parque Walter T. Deininger y los sitios arqueológicos, constituyen una buena fuente de ingresos mediante su explotación turística.

Todos estos recursos naturales, se pueden aprovechar, siempre y cuando haya un diseño especial de programas, lugares e infraestructura, expresa el Lic. Carlos Roberto Hasbún, Jefe del Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre, del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El turismo en los parques nacionales y otras áreas naturales, señala, ha tenido auge en varios países, pero su desarrollo plantea un problema bastante complejo, ya que no solo involucra numerosas y variables técnicas, sino que tiene una perspectiva más amplia que la convierte en una decisión política.

Diseños arquitectónicos, el desarrollo recreativo educacional y otras medidas de carácter técnico, deben guardar íntima relación, para evitar daños al sistema ecológico nacional o de algunas zonas en especial.

Las decisiones para el manejo de la naturaleza en función de bienestar económico y social, debe justificar prioridades, para no caer en el desbalance y causar serios efectos al medio ambiente, puntualizó Hasbún.

La mayoría de países latinoamericanos carecen de una política explícita en materia de desarrollo turístico en parques nacionales, o al menos no existen criterios uniformes. Esto resulta crítico cuando se desea tomar decisiones específicas de manejo y desarrollo, particularmente en momentos en que existe una creciente demanda por visitar los parques nacionales y en varios casos, por invertir en instalaciones para uso de turistas nacionales y extranjeros.

CONSERVACION. Personal técnico del Centro de Recursos Naturales y del Patrimonio Cultural, muestran caparazones y osamentas de tortuga de la especie golfina, que está en proceso de extinción. A través del Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre, se realiza una campaña Pro-Conservación de la Tortuga Marina en la Barra de Santiago, Ahuachapán.

68

Avanza el plan para exportar mariposas

En su etapa final se encuentra el proyecto "Producción y exportación de mariposas" de la empresa salvadoreña Sociedad Bioproductores S.A., del biólogo Francisco Serrano y del economista Francisco Salvador Aquino.

Así lo da a conocer el Banco de Fomento Agropecuario por medio de un comunicado en el que expresa buenos augurios para esa rama de actividad.

La empresa mencionada, que funciona en el cantón El Corozo, de San Francisco Menéndez, Ahuachapán, exporta ejemplares de mariposas salvadoreñas a los zoológicos de Canadá, Estados Unidos e Inglaterra.

Mediante una sofisticada tecnología, se obtienen los capullos de las mariposas y son enviados por vía aérea en depósitos especiales, para que al llegar a su destino completen su metamorfosis y se conviertan en mariposas adultas.

en El Corozo, para atraer mariposas.

En este lugar se han sembrado plantas nativas de la zona boscosa y se dispone de plantas sembradas en macetas y bolsas, de cerca de 1,000 diferentes géneros, los cuales sirven en las jaulas de vuelo para que las mariposas en cautiverio puedan realizar sus ovoposiciones, además de servir de alimento a las larvas.

Se auguran resultados halagadores al proyecto, por la generación de divisas, la protección de una zona boscosa de altura media y por la ocupación de mano de obra que generará en beneficio de los habitantes del lugar.

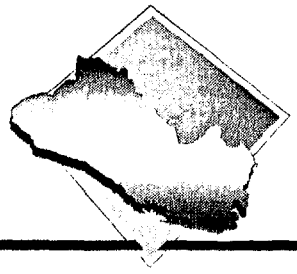
La vida de estos insectos es efímera: no más de 15 días, por lo que los pedidos se mantienen constantes.

Para conocer dicho proyecto que comenzó en 1990, la Junta de Directores del BFA viajó al lugar de operación para observar las fases de producción y la biotecnología. La institución otorgó al inicio un crédito por 150 mil colones.

El proyecto tiene un componente ecológico que aprovecha la proximidad del bosque El Imposible para la captura de mariposas adultas o utiliza sus ovoposiciones para su reproducción.

Los directores del BFA recorrieron las instalaciones e infraestructura de un jardín de plantas

Sábado 24 de Julio de 1993 LA PRENSA GRÁFICA



Nacional

Salvanatura analiza recursos en cuenca Barra de Santiago

Identificar directrices para un desarrollo sostenible a largo plazo, que beneficie a la población dentro de la cuenca y hacer un sabio aprovechamiento de los recursos naturales existentes son algunos de los objetivos del estudio "Biodiversidad y Ecología de la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible".

Dicho estudio, elaborado por técnicos naciones e internacionales, fue dado a conocer ayer en un seminario realizado en un hotel de San Salvador, donde se analizó, caracterizó la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible.

El evento, organizado por la Fundación Ecológica Salvanatura, asistieron unas treinta personas representativas de organismos no gubernamentales, universidades y entidades que se dedican a la conservación del medio ambiente en el país.

Según el Ing. Juan Marco Alvarez, Director Ejecutivo de Salvanatura, este estudio permite hacer énfasis en la geología, uso actual y manejo potencial de los suelos, las sub-cuencas de la zona, el clima, la conservación y manejo de los bosques de galería; cobertura y clasificación de bosques, y las principales actividades económicas humanas basada en los recursos naturales del lugar.

—Foto de LA PRENSA, por Ottoniel Pérez.

TECNICOS. Técnicos que disertaron en el seminario-taller "Biodiversidad y Ecología de la cuenca de la Barra de Santiago", organizado por la fundación ecológica Salvanatura. De izquierda a derecha Ing. Miguel Naves, Ing. Celio Guzmán, Dr. Francisco Serrano, Lic. Juan Marcos Alvarez, y Dr. Willian Pleitez.

En tal sentido, el estudio de una de las principales cuencas del país determina la diversidad biológica existente, a través de la caracterización adecuada de grupos representativos de flora y fauna, realiza una evaluación general de la degradación de los recursos naturales del área y su recuperación potencial e identifica las principales áreas naturales que requieren medidas conservacionistas dentro de la cuenca.

Además con este estudio, Salvanatura refuerza su actividad de protección y manejo del parque nacional El Imposible, que representa la parte alta de la cuenca de la Barra de Santiago; buscando con esto continuar gestionando ante el Gobierno de la República, en lo que respecta a la política nacional, sobre investigación de la biodiversidad, enfatizó el Ing. Marco Alvarez.

La cuenca de la Barra de Santiago, esta ubicada en la esquina Sur-Occidente de nuestro país, casi fronterizo con Guatemala. Se extiende desde la cordillera de Apaneca hasta el Océano Pacífico. Posee tres zonas geográficas, una planicie costera que esencialmente rodea el manglar y la costa de la Barra.

Más del 70 por ciento de su vegetación original ha sido eliminada, siendo sustituida por cultivos permanentes, áreas de pastoreo o cultivos anuales; sin embargo existen remanentes naturales muy valiosos.

BEST AVAILABLE COPY

APENDICE E

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AGUA Y AFOROS DE SALVANATURA

CUADRO No.2

CAUDALES MEDIOS DE LA EPOCA SECA

	Caudal Medio de la época Seca Q l/s.	Area Cuenca km2	Rendimiento Hidráulico 1/
Río San Francisco	15 l/s	14.06	1.1
Río La Palma	60 l/s	18.83	3.2
Río Cara Sucia	120 l/s	32.53	3.7
Río Ixcanal	30 l/s	16.81	1.8
Río Ahuachapío	15 l/s	16.69	0.9
Río Guayapa	130 l/s	24.83	5.24
Río Cuilapa	25 l/s	19.98	1.25
Río Naranjo	55 l/s	37.50	1.47
Río El Rosario	210 l/s	75.30	2.70
Total	660 l/s	256.50	

1/ litro/seg/km2.

CUADRO No.3
RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS BACTERIOLOGICOS EFECTUADOS EN MUESTRAS DE AGUAS EN ABRIL DE 1993.

RIO	EL ROSARIO	LOS NARANJOS	GUAYAPA	IZCANAL	CARA SUCIA	SAN FRANCISCO EL IMPOSIBLE
Hora colecta	10:30 a.m.	11:00 a.m.	12:00 m	12:30 p.m.	16:00 p.m.	15:00 p.m.
Aspecto	lodosas-turbias	lodosas-turbias	cafesosas	cafesosas	cafesosas	cristalinas
Olor	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora
Temperatura(C)	29.5	30	29	29	34.5	28
Conductividad Eléctrica(mhos/cm)	165	125	150	200	170	145
PH	7.75	7.35	7.85	7.4	8.5	8.0
Turbidez(FTU)	75	85	50	20	20	0
Color Aparente(Pt-Co)	250	260	150	50	60	5
Sólidos Sedimentables (mt/1)	0.3	0.7	0.2	0.2	0.2	0.05
Oxigeno Disuelto(ppm)	6.5	6.2	6.4	5.4	6.8	7.0
Acido Sulfidríco(ppm)	0	0	0	0	0	0
Alcalinidad Total(ppm)	62.5	50	75	87.5	50	62.5
Dureza Total(ppm)	66.3	71.4	86.7	107.1	76.5	81.6
Carbonatos(ppm)	0	0	0	0	7.5	0
Bicarbonatos(ppm)	76.3	61.0	91.5	106.8	91.5	76.3
Cloruros(ppm)	7.8	7.8	7.8	11.7	11.7	11.7
Coliformes totales N.M.P.(Cols/100ml)	2000	65000	45000	10000	60000	9000

C: Grados centígrados

ppm: partes por millón

mhos/cm: Micromhos por centímetro

N.M.P.: número más probable

FTU: Formazin Turbidity Units

Cols/100 ml: Colonias coliformes por cien mililitros.

Pt-Co: Platino - Cobalto

ml/l: milimetros por litro

APENDICE F

DATOS SOBRE LOS COSTOS DE ANALISIS Y EQUIPOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE OCCIDENTE UNICO

LABORATORIO DE QUIMICA AGUAS Y LECHE
SOLICITUD DE ANALISIS

FECHA: _____ No.: _____
SOLICITANTE: _____
DIRECCION: _____
_____ TEL.: _____
FINCA/EMPRESA: _____
LOCALIDAD: _____

TIPO DE MUESTRAS:
* AGUA POTABLE ( )
* AGUA DE DESECHO ( )
* AGUA PARA RIEGO ( )
* LECHE ( )

No. DE MUESTRAS: _____
COSTO TOTAL: ¢_____ ANTICIPO (50%): ¢_____

ANALISIS DE AGUAS	COSTO ¢
Analisis Fisico	
( ) Turbidez	15.00
( ) Olor	5.00
( ) Sabor	5.00
( ) Color	15.00
( ) pH	8.00
( ) Solidos sedimentables	5.00
( ) Solidos totales	15.00
( ) Conductividad	5.00
Analisis Quimicos	
( ) Dureza	15.00
( ) Calcio	20.00
( ) Magnesio	20.00
( ) Acidez	25.00
( ) Alcalinidad	25.00
( ) Cloruros	15.00
( ) Sulfatos	30.00
( ) N. amoniacal	35.00
( ) Nitritos	30.00
( ) Nitratos	30.00
( ) Fosfatos	30.00
( ) Oxigeno disuelto	20.00
( ) Detergente anionico	60.00
( ) BOD	60.00

ANALISIS DE AGUA	COSTO ¢
Microelementos (cada uno)	30.00
(Mn, Fe, Zn, Cu)	
( ) B (Boro)	45.00
( ) SAR	65.00
( ) Na (Sodio)	20.00
Analisis Microbiologicos	
( ) Germenes totales (agar)	60.00
( ) Coliformes totales	50.00
( ) Coliformes fecales	60.00
( ) E. Coli	60.00

ANALISIS DE LECHE	COSTO ¢
( ) pH	8.00
( ) Densidad	5.00
( ) Crioscopia	15.00
( ) Proteinas	60.00
( ) Grasa (Gerber)	25.00
( ) Germenes totales	60.00
( ) Coliformes totales	50.00
( ) Coliformes fecales	60.00
( ) E. Coli	60.00

OBSERVACIONES: _____
_____
_____

Recibido por: _____

76

39	Contaminación externa de insectos y pelo de roedores en granos y semillas (AOAC)	110.00
40	Examen macroscópico en granos de cereales: maíz para popcorn, guisantes secos y frijoles. Método AOAC	70.00
41	Vitamina A. Método absorción ultravioleta	250.00
42	Vitamina A. Método Carr-Price (AACC)	640.00
43	Vitamina A en alimentos para ganado, premezclas y alimentos de consumo humano (método colorimétrico AOAC)	890.00
44	Curcumina	180.00
45	Humedad en cúrcuma	90.00
46	Cinameína (bálsamo)	125.00
47	Acidez en granos	160.00

UNIDAD DE RESIDUOS

#	DESCRIPCION	PRECIO¢
COMPUESTOS ORGANOCLORADOS EN AGUA, SUELOS Y VEGETALES.		
1	Aldrin	500.00
2	DDD	700.00
3	DDE	700.00
4	DDT	800.00
5	BHC	500.00
6	Dieldrin	500.00
7	Heptaclor	500.00
8	Heptaclor epóxido	500.00
9	Endrin	500.00
10	Lindano	800.00
11	Metoxiclor	800.00
ORGANOFOSFORADOS EN AGUA, SUELOS Y VEGETALES		
12	Diazinon	800.00
13	Ethion	500.00
14	Malathion	800.00
15	Etil paration	500.00
16	Metil paration	800.00
CARBAMATOS EN AGUA, SUELOS Y VEGETALES		
17	Aldicarb	850.00
18	Captan	850.00
19	Captafol	850.00
20	Carbaril	850.00
21	Carbofurano	850.00
PIRETROIDES		
22	Bifenthrin	800.00
23	Cipermetrina	800.00
24	Cyflutrin	800.00
25	Cyuhalotrin	800.00
26	Deltametrina	800.00

Precios a Junio, 1993.

27	Compuestos organoclorados (aldrin, BHC, DDD, DDE, DDT, dieldrin, heptaclor epóxido, endrin, lindano, metroxiclor) en agua y vegetales	1000.00
28	Compuestos organofosforados (diazinon, ethion, malation, etil y metil paration) en agua y vegetales.	1000.00
29	Compuestos fenoxi (herbicidas, 2-4D, 2-4, 5t) en agua y vegetales	1000.00
30	Compuestos organoclorados y organofosforados en agua y vegetales	1500.00
31	Aflatoxinas B-1,B-2,G-1,G-2 en harinas, cereales y concentrados	500.00
32	Colinesterasa en sangre	400.00
33	Pureza (alcoholes)	350.00
34	Contaminantes (alcoholes)	350.00
35	Pureza (licores)	400.00
36	Contaminantes (alcoholes)	400.00

...

LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL

Un Proyecto de Desarrollo, de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social

Urbanización y Boulevard Santa Elena,
Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador
Apartado Postal 01-278

Tel.: (503) **78-9064**
78-9065
78-3366

Fax.: (503) **78-3356**
78-3369

Listado de Precios de Análisis

FUSADES

UNIDAD DE SUELOS/AGUA/FOLIAR

#	ANALISIS EN SUELOS	PRECIO¢
1	pH,P,K y textura al tacto(rutina)	50.00
2	pH en KCl 1N	20.00
3	pH en CaCl, 0.01 M	20.00
4	pH en agua	20.00
5	Fósforo asimilable	40.00
6	Potasio asimilable	20.00
7	Textura por Bouyoucos	40.00
8	Conductividad eléctrica	50.00
9	Calcio, Magnesio y Aluminio	60.00
10	Calcio	20.00
11	Magnesio	20.00
12	Aluminio	20.00
13	Acidez extractable	20.00
14	Hierro, cobre, manganeso y zinc	100.00
15	Hierro	35.00
16	Cobre	35.00
17	Manganeso	35.00
18	Zinc	35.00
19	Boro soluble en agua	80.00
20	Materia orgánica	50.00
21	Capacidad de intercambio catiónico	100.00
22	Azufre ext. con sol. 500ppm P	50.00
23	Boro ext. con sol. 500 ppm P	75.00
24	CICE	100.00
25	Sodio	20.00

#	ANALISIS EN AGUAS	PRECIO¢
1	pH	15.00
2	Conductividad	15.00
3	Alcalinidad	15.00
4	Calcio	30.00
5	Magnesio	30.00
6	Potasio	30.00
7	Sodio	40.00
8	Fosfatos	60.00
9	Sulfatos	60.00
10	Cloruros	60.00
11	Nitratos	60.00
12	Nitritos	60.00
13	Sólidos totales	25.00
14	Sólidos disueltos	25.00
15	Boro	60.00
16	Hierro	25.00
17	Manganeso	25.00
18	Carbonatos y bicarbonatos	30.00
19	Dureza total	75.00
20	Salinidad	75.00

#	ANALISIS FOLIARES	PRECIO¢
1	Nitrógeno total	60.00
2	Fósforo	50.00
3	Potasio	50.00
4	Calcio	50.00
5	Magnesio	50.00

6	Hierro	50.00
7	Cobre	50.00
8	Manganeso	50.00
9	Zinc	50.00
10	Boro	80.00
11	Azufre	80.00
12	Sodio	50.00
13	Aluminio	50.00

#	ANALISIS EN FERTILIZANTES	PRECIO¢
1	Macroelementos (N,P,K)	250.00
2	Nitrógeno	100.00
3	Fósforo	100.00
4	Potasio	100.00
5	Calcio	80.00
6	Magnesio	80.00
7	Boro	100.00
8	Azufre	100.00
	Microelementos:	
9	Hierro	80.00
10	Cobre	80.00
11	Manganeso	80.00
12	Zinc	80.00
13	Molibdeno	80.00
14	Cobalto	80.00
15	Humedad	50.00
16	Densidad	50.00
17	Granulometría	50.00

UNIDAD DE MICROBIOLOGIA

#	DESCRIPCION	PRECIO¢
1	*Bacillus cereus*	100.00
2	Coliformes fecales	80.00
3	Coliformes totales	75.00
4	Conteo bacteriano total	65.00
5	*Clostridium perfringes*	155.00
6	*Escherichia coli*	80.00
7	*Lactobacillus* sp.	75.00
8	*Listeria monocytogenes*	120.00
9	Recuento de hongos	75.00
10	Recuento de hongos y levaduras	80.00
11	*Salmonella* sp.	110.00
12	*Shigella* sp.	125.00
13	*Staphylococcus aureus*	115.00
14	*Vibrio cholerae*	160.00

UNIDAD DE CULTIVO DE TEJIDOS

#	DESCRIPCION	PRECIO$
1	Maquila de plantas	$0.40
2	Limpieza	$10.00
3	Producción	$0.40

NOTA: Para Cultivo de Tejidos, el precio al público se refleja en dólares, aunque se cobrará en moneda local al cambio del día.

FITOPATOLOGIA/ENTOMOLOGIA

#	DESCRIPCION	PRECIO¢
1.	Determinación hongos fitopatógenos	30.00
2	Determinación bacterias fitopatógenos	30.00
3	Determinación géneros bacterias fitopatogenos	80.00
4	Determinación e identificación de virus	150.00
5	Cualitativo de nemátodos	40.00
6	Cuantitativo de nemátodos	40.00
7	Cualitativo y cuantitavido de nemátodos	80.00
8.	Entomológico	30.00

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD

#	DESCRIPCION	PRECIO¢
1	Azucares reductores	110.00
2	Contenido aparente de sacarosa	110.00
3	Humedad en miel	50.00
4	Sólidos insolubles (miel)	60.00
5	Cenizas (miel)	60.00
6	Acidez en miel	70.00
7	Actividad diastasa	150.00
8	HMF (AOAC)	110.00
9	HMF (Winkler - FAO)	150.00
10	Sacarosa en miel (cromatografía)	180.00
11	Fructosa en miel (cromatografía	180.00
12	Glucosa en miel (cromatografía)	180.00
13	Prolina en miel	150.00
14	Acidez libre en ajonjolí	160.00
15	Porcentaje de pureza (ajonjolí)	65.00
16	Humedad	55.00
17	Proteína (método Microkjeldahl)	80.00
18	Grasa	125.00
19	Fibra cruda	125.00
20	Ceniza	60.00
21	Acidez titulable (leche)	60.00
22	pH (leche)	30.00
23	Densidad (productos lácteos)	50.00
24	Prueba azul de metileno	50.00
25	Poder reductor leche	70.00
26	Nitrógeno proteico en suero	115.00
27	Sólidos totales (leche)	40.00
28	Humedad quesos	60.00
29	Humedad leche	60.00
30	Grasa en leche (Mét. Babcock)	60.00
31	Grasa en crema (Mét. Babcock)	60.00
32	Cloruro de sodio (lácteos)	130.00
33	Calcio, hierro, sodio por espectrofotometría Absorción atómica (leche)	125.00
34	Fósforo (leche) método colorimétrico	100.00
35	Brix	30.00
36	Determinación de suciedad ligera en annatto y pimiento molido. Suciedad granos. Método flotación (AOAC)	275.00
37	Suciedad ligera de especies y condimentos (método AOAC)	490.00
38	Excretas de roedores e insectos en semillas de condimentos. Método de sedimentación AOAC	450.00

APENDICE E

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AGUA Y AFOROS DE SALVANATURA

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

IDAD EJECUTORA: DIRECCION DE REC.NATURALES RENOVABLES. **NOMBRE DEL PROYECTO:** PROMESA (LAB.DEL AMBIENTE)

ONTO SOLICITADO: ¢ 3,724.327.00 **FUENTE DE FINANCIAMIENTO:** PL-480

ERCICIO: 1.994 **PERIODO:** ENERO - DICIEMBRE DE 1994

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO Y POBLACION OBJETIVO

l proyecto comprenderá el desarrollo e implementación de normas y políticas ambientalistas fectivas, programas de concientización y educación sobre el medio ambiente a nivel nacional local y el diseño y ejecución de un área de demostraciones del proyecto adoptando mecanis-os de incentivos que sirvan para la adopción y repercusión de prácticas continuas de manejo recursos naturales. El área de estudio esta estimada en aproximadamente 35,000 hectáreas sperando beneficios a unas 10,000 personas.

CLASIFICACION GENERAL DEL PROYECTO

ROGRAMA: **SUBPROGRAMA:**

ODIGO DEL SECTOR: 1/ **UBICACION GEOGRAFICA:**

JUSTIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO

ecuperación de áreas de trabajo que estan siendo mal manejadas incidiendo en el bajo desa- lo económico del área y del país; en lo social se proyecta mejorar la calidad de vida de sa área enseñándoles en los buenos manejos de los recursos para obtener beneficios económi-os consecuentes que permiten el desarrollo socio-económico-cultural de las personas que abitan el área de estudio.

ORMA "A"

1/ Basarse en listado de códigos adjunto

BEST AVAILABLE COPY

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

PROGRAMACION TRIMESTRAL DE METAS

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

NOMBRE DEL PROYECTO: PROMESA (LAB.AMBIENTE)

PROGRAMA: 306-Proyecto Prioritarios Diversos para el desarrollo económico y social del país.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: PL-480

SUBPROGRAMA:

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 1994

META No	DESCRIPCION DE META	UNIDAD DE MEDIDA	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	TOTAL 1994	COSTO	
								TOTAL	UNITARIO
1	Monitoreo	Muestreo							
2	Verificaciones Analíticas	Análisis	S E G U N D E M A N D A						
3	Evaluación Analítica	Resultado							
4	Informes Trimestrales	Informe	1	1	1	1	4		
5									
6									
7									
8									
9									
10									

FORMULARIO No 5

BEST AVAILABLE COPY

80

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONÓMICA

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

NOMBRE DEL PROYECTO: PROMESA (LAB.AMBIENTE)

PROGRAMA: 306-Proyectos, Prioritarios diversos para el desarrollo económico y social del país.

SUBPROGRAMA:

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: PL-480

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 1994

PRESUPUESTO DE VEHICULOS

CARACTERISTICAS GENERALES

TIPO DE VEHICULO Y MARCA	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD	No. DE UNIDADES	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
Pick Up doble transmisión TOYOTA Diesel, doble cabina.	Diesel	2 toneladas	2	160,000.00	320,000.00
TOTAL					

FORMULARIO No. 3-B

BEST AVAILABLE COPY

81

RETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

RESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

AD EJECUTORA: Dirección de Recursos Naturales Renovables./

NOMBRE DEL PROYECTO: PROMESA (LAB. DEL AMBIENTE)

RAMA: 306- Proyectos prioritarios diversos para el desarrollo económico y social del país.

SUBPROGRAMA:

TE DE

NCIAMIENTO: PL-480

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 1994

PRESUPUESTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO

OBJETO ESPECIFICO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
303	Fotocopiadora	1	30,000.00	30,000.00
303	Computadora con impresores y reguladores de voltaje.	1	30,000.00	30,000.00
311	Muebles para fotocopiadora	1	700.00	700.00
311	Mueble para computadora	1	2,000.00	2,000.00
311	Muebles para usar en computadoras	1	900.00	900.00
301	Máquina de escribir eléctrica	1	7,000.00	7,000.00
303	Aparato de aire acondicionado	3	20,000.00	60,000.00
332	Espectofotómetro de absorción atómica repuestos, accesorios.	1	200.000.00	200.000.00
332	Horno de grafito accesorios,repuestos	1	150,000.00	150,000.00
332	Cromato de gases con detector FID, ECD, repuestos accesorios,(columnas etc.)	1	300.000.00	300,000.00
332	Espectrometro UV-Visible, repuestos accesorios.	1	175,000.00	175,000.00
332	Incubadora, repuestos, accesorios	2	150,000.00	300.000.00
332	Fotómetro de llama, repuestos	1	125,000	125,000.00
332	Electrodo de iones selectivos, repuestos -accesorios (PB,Co2,R(NH3) BIS F2, F2	12	12,500.00	150,000.00
	COSTO TOTAL			

BEST AVAILABLE COPY

FORMULARIO No. 3-A

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

UNIDAD EJECUTORA: Direccion de Recursos Naturales Renovables

NOMBRE DEL PROYECTO: PROMESA (Lab. del Amb.)

PROGRAMA: 306-Proyectos prioritarios diversos para el desarrollo econ. y social.

SUBPROGRAMA:

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: PL -480

PERIODO: Enero Dic. de 1994

PRESUPUESTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO

OBJETO ESPECIFICO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
332	Peachimetros repuestos y accesorios	2	45,000.oo	90,000.oo
332	Peachimetros de campo	6	7,500.00	45,000.oo
332	Conductivimetros	2	45 000.oo	90,000.oo
332	Conductivimetros de campo	6	5,000.oo	30,000.oo
332	Dispensadores automaticos	2	6,000.oo	12,000.oo
332	Balanzas analiticas	3	28,000.oo	84,000.oo
303	Estufas	2	40,000.oo	80,000.oo
303	Horno	1	40,000.oo	40,000.oo
303	Refrigeradora	1	15,000.oo	15,000.oo
332	Macrokjeldhal	1	80,000.oo	80,000.oo
332	Auto clave	1	75,000.oo	75,000.oo
32	Balanza gravatoria	1	25,000.oo	25,000.oo
332	Laboratorios portátiles	6	30,000.oo	180,000.oo
			COSTO TOTAL	2,376.600.00

BEST AVAILABLE COPY

83

FORMULARIO No. 3-A

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

NOMBRE DEL PROYECTO: HIDROLOGIA - PROYECTO PROMESA

MONTO SOLICITADO: ₡ 2,700,000.00

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

EJERCICIO: 1994

PERIODO: ENERO-DICIEMBRE 1994

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO Y POBLACION OBJETIVO

El proyecto en el componente hidrológico, comprende el establecimiento de una red de estaciones hidrométricas principal y secundarias, buscando con ello la cuantificación del recurso hídrico de la zona, a través de procedimientos hidrométricos. Este abarcará tanto el agua superficial como subterráneo. El recurso hídrico suterráneo se obtendrá a traves de mediciones y estudios del comportamiento de la red de pozos del área de influencia. El proyecto beneficiara a los habitantes de la zona de estudio y a las poblaciones circunvecinas, al mismo tiempo será un antecedente importante para la ejecución de proyectos similares en otras zonas del país.

CLASIFICACION GENERAL DEL PROYECTO

PROGRAMA: 306-PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PAIS

SUBPROGRAMA: 159-APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE

CODIGO DEL SECTOR: 1/ 03

UBICACION GEOGRAFICA: DEPTO. DE AHUACHAPAN

JUSTIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO

Dada la importancia prioritaria que tiene una adecuada optimización del uso y manejo del recurso hídrico, se hace necesaria la realización de los estudios hidrológicos pertinentes, a través del establecimiento de controles hidrométricos adecuados en la zona de estudio. Un adecuado manejo del recurso hídrico contribuirá a mejorar la condición socio-económica de los habitantes de la zona y, al mismo tiempo generará acciones en mejoramiento de los recursos naturales.

FORMA "A"

1/ Basarse en listado de códigos adjunto

BEST AVAILABLE COPY

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

PROGRAMACION TRIMESTRAL DE METAS

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

NOMBRE DEL PROYECTO: HIDROLOGIA - PROYECTO PROMESA

PROGRAMA: 306- PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PAIS

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

SUBPROGRAMA: 159-APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE

PERIODO: ENERO-DICIEMBRE 1994

META No	DESCRIPCION DE META	UNIDAD DE MEDIDA	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	TOTAL 1994	COSTO	
								TOTAL	UNITARIO
1	Instalación de estación hidrométrica	Estación	-	1	-	-	1		
2	Instalación de limnímetros	Limnim.	-	12	-	-	12		
3	Realización y cálculo de aforos	Aforos	-	-	78	78	156		
4	Muestreo y cálculo de sedimentos	Muestreo sedim.	-	-	24	24	48		
5	Muestreo de agua físico-químico	Muestreo calidad	-	-	21	21	42		
6	Recolección y corrección registros limn.	Cartas	-	-	3	3	6		
7	Diagnóstico aguas subterráneas	Docum.	-	-	1	-	1		
8	Curso corto de sedimentología	Participante	-	15	-	-	15		
9									
10									

FORMULARIO No 5

BEST AVAILABLE COPY

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

NOMBRE DEL PROYECTO: HIDROLOGIA-PROYECTO PROMESA

PROGRAMA: 306-PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PAIS

SUBPROGRAMA: 159-APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

PERIODO: ENERO-DICIEMBRE 1994

PRESUPUESTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO

OBJETO ESPECIFICO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
301	MAQUINARIA Y EQUIPO DE OFICINA			87,500.00
	Máquinas de escribir eléctricas	2	7,500.00	15,000.00
	Archivos metálicos 4 gavetas	5	1,500.00	7,500.00
	Contómetros estadísticos	5	1,000.00	5,000.00
	Computadora con accesorios	1	60,000.00	60,000.00
303	APARATOS ELECTRICOS DE SERVICIO			67,500.00
	Proyector de acetatos	1	6,000.00	
	Proyector de diapositivas	1	9,000.00	
	Aparatos aire acondicionado	2	25,000.00	
	Ventiladores de techo	5	500.00	
304	EQUIPO DE INGENIERIA Y DIBUJO			5,000.00
	Estuche de leroy completo	1	5,000.00	
359	OTRAS MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE SERVICIOS BASICOS			207,000.00
	Limnígrafos	3	36,000.00	
	Molinete hidráulico	3	54,000.00	
	Teodolito	1	75,000.00	
	COSTO TOTAL			367,000.00

BEST AVAILABLE COPY

FORMULARIO No. 2-A

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONÓMICA

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

NOMBRE DEL PROYECTO: HIDROLOGIA-PROYECTO PROMESA

PROGRAMA: 306-PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PAIS

SUBPROGRAMA: 159-APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

PERIODO: ENERO-DICIEMBRE 1994

PRESUPUESTO DE VEHICULOS

CARACTERISTICAS GENERALES

TIPO DE VEHICULO Y MARCA	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD	No. DE UNIDADES	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
Jeep	Diesel		1	110,000.oo	110,000.oo
Pick-Up doble tracción Toyota	Diesel	1.5 Ton.	1	200,000.oo	200,000.oo
Motos AG100 Enduro	Aceite/Gas.		3	25,000.oo	75,000.oo
TOTAL					385,000.oo

FORMULARIO No. 3-B

87

BEST AVAILABLE COPY

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

UNIDAD EJECUTORA: *DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES*

NOMBRE DEL PROYECTO: *METEOROLOGIA - PROYECTO PROMESA*

MONTO SOLICITADO: ₡ 3,800,000.00

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

EJERCICIO: *1994*

PERIODO: *Enero - Diciembre 1994.*

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO Y POBLACION OBJETIVO

El Proyecto comprende un Plan Piloto en el componente de Meteorología, estableciéndose una red meteorológica con los enlaces telecomunicativos, además se estudiará la relación entre los fenómenos atmosféricos y el desarrollo agrícola y su impacto sobre el medio ambiente.

Las metodologías y resultados podrán ser extrapolados a otros lugares del país.

El Proyecto beneficiará en primer lugar a los habitantes de la zona y por ende al resto del país que se encuentran en condiciones agroecológicas similares.

CLASIFICACION GENERAL DEL PROYECTO

PROGRAMA: *306- PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DER PAIS.*

SUBPROGRAMA: *159 - APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE.*

CODIGO DEL SECTOR: *1/ 03*

UBICACION GEOGRAFICA: *DEPTO. DE AHUACHAPAN.*

JUSTIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO

Los criterios climáticos son muy importantes no solo porque ayudan a incrementar la producción sino también a que las actividades agrícolas sean compatibles con el medio ambiente no incidiendo en su deterioro, ya que puede hacerse advertencias sobre aquellas practicas culturales que puedan considerarse amenazas para la calidad y cantidad de los recursos naturales.

La consideración del clima podrá ayudar a mejorar la dotación alimentaria y la calidad de vida de los habitantes que se traducirían economicamente en un incremento de la producción agropecuaria y de uso de los recursos naturales.

FORMA "A"

1/ Basarse en listado de códigos adjunto

BEST AVAILABLE COPY

88

87

SECRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

PROGRAMACION TRIMESTRAL DE METAS

UNIDAD EJECUTORA: DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

NOMBRE DEL PROYECTO: METEOROLOGIA-PROYECTO PROMESA

PROGRAMA: 306-PROYECTOS PRIORITARIAS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PAIS.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

SUBPROGRAMA: 159- APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 1994

META No	DESCRIPCION DE META	UNIDAD DE MEDIDA	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	TOTAL 1994	COSTO	
								TOTAL	UNITARIO
1	Construcción e Instalación de Estación Meteorológica tipo A "El Imposible".	ESTACION		1			1		
2	Construcción e Instalación de Estación topoclimática.	ESTACION		2			2		
3	Instalación de Estaciones pluviométricas.	ESTACION		6			6		
4	Construcción e Instalación de estaciones automáticas.	ESTACION		3			3		
5	Creación de una base de datos	DATO			3,000	3,000	6,000		
6	**CAPACITACION EN EL EXTERIOR**								
	Curso sobre climatológica	Participant.			2		2		
	Curso sobre agrometeorologia	Participant.			2		2		
	Curso sobre procesamiento de datos Meteorologicos.	Participant.			2		2		
7	**CAPACITACION LOCAL**								
	Curso sobre climatologia	Participant.	10				10		
9	Curso sobre agrometeorologia	Participant.	10				10		
	Curso sobre manejo y mantenimiento de estaciones automáticas agrometeorológicas.	Participant.			10		10		
10	Curso sobre procesamiento de datos.	Participant.				10	10		

88

FORMULARIO No 5

LCRETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONOMICA

IIDAD EJECUTORA: *DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES*

NOMBRE DEL PROYECTO: *METEOROLOGIA - PROYECTO PROMESA.*

ROGRAMA: *306 - PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL.*

SUBPROGRAMA: *159 - APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE*

UENTE DE INANCIAMIENTO:

PERIODO: *Enero - Diciembre 1994.*

PRESUPUESTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO

OBJETO ESPECIFICO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
301	MAQUINARIA Y EQUIPO DE OFICINA			87,500.00
	Máquinas de escribir eléctrica	2	7,500.00	15,000.00
	Archivos metálicos de 4 gavetas	5	1,500.00	7,500.00
	Contómetros estadísticos	5	1,000.00	5,000.00
	Computadoras con sus accesorios	1	60,000.00	60,000.00
303	APARATOS ELECTRICOS DE SERVICIO			67,500.00
	Proyector de Acetatos	1	6,000.00	6,000.00
	Proyector de Diapositivas	1	9,000.00	9,000.00
	Aparatos de Aire Acondicionado	2	25,000.00	50,000.00
	Ventiladores de Techo	5	500.00	2,500.00
304	EQUIPO DE INGENIERIA Y DIBUJO			5,000.00
	Estuches de Leroy completo	1	5,000.00	5,000.00
359	OTRAS MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE SERVICIOS BASICOS			970,000.00
	Estaciones Meteorológicas Automáticas	3	180,000.00	540,000.00
	Equipo de Radio Comunicación	1	250,000.00	250,000.00
	Equipo Instrumental Meteorológico para 9 Estaciones Meteorológicas	1	100,000.00	100,000.00
	Equipo para medir humedad del suelo	1	50,000.00	50,000.00
	Sonda de Neutrones	1	30,000.00	30,000.00
	COSTO TOTAL			1,130,000.00

BEST AVAILABLE COPY

RETARIA TECNICA DEL FINANCIAMIENTO EXTERNO

PRESUPUESTO EXTRAORDINARIO PARA REACTIVACION ECONÓMICA

UNIDAD EJECUTORA: *DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES*

NOMBRE DEL PROYECTO: *METEOROLOGIA - PROYECTO PROMESA*

PROGRAMA: *306- PROYECTOS PRIORITARIOS DIVERSOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL.*

SUBPROGRAMA: *159 - APOYO INSTITUCIONAL RIEGO Y DRENAJE*

FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

PERIODO: *Enero - Diciembre de 1994.*

PRESUPUESTO DE VEHICULOS

CARACTERISTICAS GENERALES

TIPO DE VEHICULO Y MARCA	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD	No. DE UNIDADES	COSTO UNITARIO (¢)	COSTO PARCIAL (¢)
JEEP	*DIESEL*		*1*	*110,000.oo*	*110,000.oo*
PICK-UP - doble tracción marca TOYOTA	*DIESEL*	*1.5. Tn.*	*1*	*200,000.oo*	*200,000.oo*
MOTOS AG100 Enduro	*ACEITE/GAS*		*2*	*25,000.oo*	*50,000.oo*
TOTAL					*360,000.oo*

FORMULARIO No. 3-B

91

BEST AVAILABLE COPY

APENDICE G

NORMAS DE CALIDAD PARA USOS DEL AGUA

Republica de El Salvador
Ministerio de Salud y Asistencia Social
Normas De Calidad Para Agua Potable

Contenido máximo de elementos y sustancias químicas.

Sustancia	Concentración Máxima
Arsénico (mg/l As)	0.05
Cloruros (mg/l Cl)	250
Dureza total (mg/l Ca CO_3)	350 (*)
Fluor (mg/l F)	1.5
Hierro (mg/l Fe)	0.3 (*)
Manganeso (mg/l Mn)	0.1 (*)
Nitratos (mg/l NO_3)	45
Sólidos disueltos totales (mg/l)	1500
Sulfatos (mg/l SO_4)	400
Boro (mg/l)	3.0
Cadmio (mg/l Cd)	0.005
Cianuro (mg/l CN)	0.1
Cobre (mg/l Cu)	1.0
Zinc (mg/l Zn)	5.0
Cromo (mg/l Cr)	0.05
Mercurio (mg/l Hg)	0.001
Plomo (mg/l Pb)	0.05
Selenio (mg/l Se)	0.01
Oxígenio Disuelto (mg/l O.D.)	pendiente

(*) El Ministerio de Salud puede aceptar aguas con un contenido mayor de estas sustancias.

BEST AVAILABLE COPY

93

TABLA NO. 4

NORMAS DE CALIDAD PARA USOS DEL AGUA

GUIA PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA VIDA ACUATICA

DETERMINACION	CONCENTRACION	
	AGUA DULCE	AGUA SALADA
Sólidos Totales Disueltos (mg/lt)	2000	
Conductividad Eléctrica (Mmhos/cm) @ 25 °C	3000	
Temperatura Máxima °C Máxima para peces salmónidos	34 23	34
Rango de pH	6.5-8.5	6.5-9.0
Oxígeno Disuelto (O.D.), Mínimo mg/lt	5.0	5.0
Aceites y Grasas Flotantes, mg/lt	0	0
Grasas y Aceites Emulsificantes, mg/lt	10	10
Detergentes, ABS, mg/lt	2.0	2.0
Amoníaco (libre), mg/lt	0.5	
Arsénico, mg/lt	1.0	1.0
Bario, mg/lt	5.0	
Cadmio, mg/lt	0.01	
Dióxido de Carbono (libre), mg/lt	1.0	
Cloro (libre) mg/lt	0.02	
Cromo Hexavalente, mg/lt	0.05	0.05
Cobre, mg/lt	0.02	0.02
Cianuro, mg/lt	0.02	0.02
Fluor, mg/lt	1.5	1.5
Plomo, mg/lt	0.1	0.1
Mercurio, mg/lt	0.01	0.01
Níquel, mg/lt	0.05	
Compuestos Fenólicos como Fenol, mg/lt	1.0	
Plata, mg/lt	0.01	0.01
Sulfato Disuelto, mg/lt	0.5	0.5
Zinc, mg/lt	0.1	

Fuente: Van Der Leedn, Troise and Todd, 1990.

94

TABLA NO. 5

CONCENTRACION DE PRODUCTOS QUIMICOS LETALES OBSERVADOS EN AMBIENTES ACUATICOS ESCOGIDOS

PRODUCTOS QUIMICOS	ORGANISMOS EXAMINADOS	CONCENTRACIONES LETALES (mg/lt)	TIEMPO DE EXPOSICION (en horas)
ABS (100%)	Fathead minnow	3.5-4.5	96
ABS (100%)	Bluegill	4.2-4.4	96
Sindéticos comunes	Fathead minnow	39-61	96
Sulfato Alcalino	Fathead minnow	5.1-5.9	96
LAS (C12)	Bluegill fingerlings	3	96
LAS (C14)	Bluegill fingerlings	0.6	96
Acido Acético	Goldfish	423	20
Aluminio	Goldfish	100	12-96
Amoníaco	Goldfish	2-2.5 NH3	24-96
Amoníaco	Perch, roach, rainbow trout	3N	2-20
Arsenito de sodio	Minnow	17.8 As	36
Arseniato de sodio	Minnow	234 As	15
Cloruro de Bario	Goldfish	5000	12-17
Cloruro de Bario	Salmon	158	...
Cloruro de Cadmio	Goldfish	0.017	9-18
Nitrato de Cadmio	Goldfish	0.3 Cd	190
CO^2	Varias especies	100-200	...
CO	Varias especies	1.5	1-10
Cloramina	Brown trout fry	0.06	...
Cloro	Rainbow trout	0.03-0.08	...
Acido Crómico	Goldfish	200	60-84
Sulfato de Cobre	Stickleback	0.03 Cu	160
Nitrato de Cobre	Stickleback	0.02 Cu	192
Cianuro de Cloro	Goldfish	1	6-48
Acido Sulfúrico	Goldfish	10	96

PRODUCTOS QUIMICOS	ORGANISMOS EXAMINADOS	CONCENTRACIONES LETALES (mg/lt)	TIEMPO DE EXPOSICION (en horas)
Acido Clorhídrico	Stickleback	pH 4.8	240
Acido Clorhídrico	Goldfish	pH 4.0	4-6
Nitrato de Plomo	Minnow, stickleback, brown trout	0.33 Pb	...
Cloruro de Mercurio	Stickleback	0.01 Hg	204
Nitrato de Níquel	Stickleback	1 Ni	156
Acido Nítrico	Minnow	pH 5.0	...
Oxígeno	Rainbow trout	3 cc/lts	...
Fenol	Rainbow trout	6	3
Fenol	Perch	9	1
Potasio Crómico	Rainbow trout	75	60
Cianuro de Potasio	Rainbow trout	0.13 Cn	2
Cianuro de Sodio	Stickleback	1.04 Cn	2
Nitrato de Plata	Stickleback	70 K	154
Fluoruro de Sodio	Goldfish	1000	60-102
Sulfídrico de Sodio	Brown trout	15	...
Sulfato de Zinc	Stickleback	0.3 Zn	120
Sulfato de Zinc	Rainbonw trout	0.5	64
Pesticidas			
1. Hidrocarburos Clorinados			
A Aldrin	Goldfish	0.028	96
DDT	Goldfish	0.027	96
DDT	Rainbow trout	0.5-0.32	24-36
DDT	Salmon	0.08	36
DDT	Brook trout	0.032	36
DDT	Minnow, guppy	0.75 ppb	29
DDT	Stoneflies (especies)	0.32-1.8	96
BHC	Goldfish	2.3	96
BHC	Rainbow trout	3	96
Chlordane	Goldfish	0.082	96

96

PRODUCTOS QUIMICOS	ORGANISMOS EXAMINADOS	CONCENTRACIONES LETALES (mg/lt)	TIEMPO DE EXPOSICION (en horas)
Chlordane	Rainbow trout	0.5	24
Dieldrin	Goldfish	0.037	96
Dieldrin	Bluegill	0.008	96
Dieldrin	Rainbow trout	0.05	24
Endrin	Goldfish	0.0019	96
Endrin	Carp	0.14	48
Endrin	Fathead minnow	0.001	96
Endrin	Varias especies	0.03-0.05 ppb	...
Endrin	Stoneflies (especies)	0.32-2.4 ppb	96
Heptachlor	Rainbow trout	0.25	24
Heptachlor	Goldfish	0.23	96
Heptachlor	Bluegill	0.019	96
Heptachlor	Redear sunfish	0.017	96
Methoxychlor	Rainbow trout	0.05	24
Methoxychlor	Goldfish	0.056	96
Toxaphene	Rainbow trout	0.05	24
Toxaphene	Goldfish	0.0056	96
Toxaphene	Carp	0.1	...
Toxaphene	Goldfish	0.2	24
Toxaphene	Goldfish	0.04	170
Toxaphene	Minnows	0.2	24
2. Fosfatos Orgánicos			
Clorothion	*Fathead minnow*	3.2	96
Dipterex	Fathead minnow	180	96
EPN	Fathead minnow	0.2	96
Guthion	Fathead minnow	0.093	96
Guthion	*Bluegill*	0.005	96
Malathion	Fathead minnow	12.5	96
Parathion	Fathead minnow	1.4-2.7	96

PRODUCTOS QUIMICOS	ORGANISMOS EXAMINADOS	CONCENTRACIONES LETALES (mg/lt)	TIEMPO DE EXPOSICION (en horas)
TEPP	Fathead minnow	1.7	96
3. Herbicidas			
Weedex	Young roach	40-80	1 mes
Weeda Zol	and trench	15-30	1 mes
Weeda Zol T.I.		20-40	1 mes
Simazine	Minnow	0.5	< 3 días
(plantas no presentes)			
Atrazine (A361)	Minnow	5.0	24
(presenta plantas)			
Atrazine en Gesaprime	Minnow	3.75	24
4. Bactericidas			24
Albibiol	Minnow	20	24
Soricide tetraminol	Minnow	8	48

Fuente: Van Der Leedn, Troise and Todd, 1990. Informe de Campo WASH No. 354 de diciembre de 1991. USAID/El Salvador.

98

APENDICE H

ALCANCE DE TRABAJO

99

ALCANCE DEL TRABAJO.

PLAN DE MONITOREO PARA LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y SUPERFICIALES DE EL SALVADOR.

28 MAYO DE 1993.

1. ANTECEDENTES.

El gobierno de El Salvador reconoce la contaminación de su medio ambiente que ha tenido lugar en la pasada década y que amenaza con incrementar la pobreza, el costo de la vida y acabar con el recurso agua. Por otra parte, cree que haciendo uso racional de las fuentes de agua, se podrían obtener beneficios colaterales (reducción de la mortalidad) si se anulan las fuentes de contaminación mas comunes.

La AID y la Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente(SEMA), están colaborando con el proyecto PROMESA. Una parte del trabajo del proyecto PROMESA consiste en un área de prueba donde los resultados en las mejoras al medio ambiente natural se deben a las políticas de una mejor educación ambiental.

En septiembre de 1991, WASH llevó a cabo un trabajo de evaluación del agua, suelo y organismos marinos para ver si estaban contaminados en dicha área de prueba(tarea 256). Ahora que el proyecto PROMESA esta a punto de empezar, la AID ha solicitado asistencia técnica de WASH para diseñar un plan de monitoreo en seis años en ésta área de prueba, tomando en cuenta parámetros físicos, químicos e hidrólógicos.

El propósito de ésta tarea es desarrollar un plan de monitoreo para la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en determinadas cuencas al suroeste de El Salvador para el Ministerio de Agricultura.

II. TAREAS.

1-Revisar los archivos de ANDA, PLANSABAR y del Ministerio de Agricultura, para determinar los posibles puntos de contaminación potencial orgánicos e inorgánicos en el departamento de Ahuachapán. Basado en esta revisión, determine un plan de muestreo para cuantificar las aguas negras y otros afluentes, así como residuos de pesticidas en el suelo que esten contaminando las aguas superficiales y los mantos aquiferos.

2-Usando los datos del informe preliminar que llevo a cabo WASH(reporte de campo 354), conciba un programa de muestreo en las cuencas identificadas para determinar si hay cambios en los contaminantes y en intervalos apropiados durante el tiempo que dure el proyecto PROMESA. Se necesitarán varias muestras para estimar los niveles recurrentes o para las variaciones en la estación.

3-Identifique laboratorios locales y los métodos que siguen para el análisis de las pruebas durante el tiempo del proyecto y su costo estimado.

4-Provea un ejemplo de cómo, monitoreando en marcha el proyecto, los datos son usados para la toma de decisiones. Por ejemplo, basado en contaminantes identificados, bosqueje de manera ilustrativa, la contaminación de una o más fuentes y describa como el contaminante entra en la fuente. Con este mismo modelo, de ejemplos dé políticas apropiadas, tecnologías y otras alternativas que podrían llevarse a cabo por el proyecto PROMESA, enfocadas a estos problemas.

5-Recomiende el régimen de monitoreo para el afluente y para la mayoría de los ríos dentro del área de trabajo y la instalación de un medidor apropiado.

6-Identifique capacitación y facilidades necesarias tales como laboratorios, personal de campo, interpretación, etc., para llevar a cabo el monitoreo local.

7-Al terminar el trabajo, proporcione un breve reporte en español para el personal de la AID, MAG, GOES, y ONG'S interesadas. El resumen deberá indicar la fecha en que se realizó el trabajo, literatura consultada, trabajo de campo realizado, y deberán incluirse los comentarios del personal de investigación que llevó a cabo el trabajo.

8-Antes de salir del país, suministre a la oficina de Agricultura y Recursos Naturales de la AID, una versión detallada del plan de monitoreo.

III. PRODUCTO.
El principal producto de esta actividad será el reporte de campo de WASH conteniendo el Plan de Monitoreo para la Contaminación de las aguas Superficiales y Subterráneas al suroeste de El Salvador. WASH proporcionará a la AID, 50 copias en español y 20 copias en inglés, con sus respectivos diskettes.

IV. RECURSOS HUMANOS Y NIVEL DE ESFUERZO.
1-Esta tarea requiere de un ingeniero ambiental con experiencia en la cuantificación de contaminantes ambientales, mediciones hidrológicas, estadísticas y supervivencia. Deberá tener experiencia en países desarrollados y hablar el idioma español. (nivel de esfuerzo hasta 24 dias).

2-Un asistente de investigación local salvadoreno que ayude al consultor de WASH. Deberá conocer el país así como las instituciones y personas involucradas en el asunto de recursos de agua.(nivel de esfuerzo hasta 30 dias).

101

V. CALENDARIO.
1-El viaje a El Salvador comenzará el dia 16 de julio de 1993. El trabajo empezará el dia 17 de julio de 1993 y estará completo para el día 6 de agosto de 1993. El viaje de retorno sera el día 7 de agosto de 1993.

2-El resumen deberá dejarse a la AID antes de salir del país. El reporte final será remitido por el consultor de WASH una semana después de recibir los comentarios de la AID.

3-El reporte final de campo en Inglés y Español, será preparado por WASH dentro de 30 días después de recibir el reporte final del consultor.

APENDICE I

VERTIDOS DE INDUSTRIAS Y AGROINDUSTRIAS

FUENTE: Depto. Saneamiento Ambiental MSPAS, Julio 1993

TABLA NO. 3

VERTIDOS DE INDUSTRIAS Y AGROINDUSTRIAS REGION OCCIDENTAL, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN CUENCA BARRA DE SANTIAGO-EL IMPOSIBLE

NOMBRE	MUNICIPIO	UBICACION	PROCESO	DESCARGA
Porqueriza María Luisa Gómez	San Francisco Menéndez	Cton. Cara Sucia 1a. C. Ote. # 12	Engorde de cerdos	A la calle
Porqueriza Ricardo García	San Francisco Menéndez	Colonia Nueva Esperanza Pasaje La Gloria	Engorde de cerdos	A la calle
Granja El Camalote	San Francisco Menéndez	Cantón Cara Sucia	Engorde de pollos y producción de huevos	Al campo de riego
Barra de Santiago, Pescadores	Jujutla	Barra de Santiago	Procesamiento de mariscos	A la playa y estero
Cremería Victoria Marín	San Francisco Menéndez	Cantón Garita Palmera, Calle a la Playa	Producción de crema	A la calle
Establo Cooperativa New York	San Francisco Menéndez	Cantón Cara Sucia	Producción de leche	Al campo abierto
Establo Ignacio Escalante	San Francisco Menéndez	Calle Principal	Producción de leche	Al Río San Francisco Menéndez
Establo Ana María Franco	San Francisco Menéndez	Cantón Cara Sucia	Producción de leche	A la calle
Establo San Antonio	San Francisco Menéndez	Cantón La Hachadura	Producción de leche	Al campo abierto
Establo Mauricio Vásquez	San Francisco Menéndez	Costado Norte de la Unidad de Salud	Producción de leche	Al campo abierto
Establo Rancho Los Dos Antonio Borja N.	San Francisco Menéndez	Caserío El Coyol, Cantón Cara Sucia	Producción de leche	Al Río Cara Sucia
Establo Roberto Hernández	San Francisco Menéndez	Calle Principal	Producción de leche	Al Río San Francisco Menéndez
Establo Francisco López	San Francisco Menéndez	Colonia La Esperanza	Producción de leche	Al campo Abierto
Establo Rafael Escalante	San Francisco Menéndez	Calle Principal	Producción de leche	A Quebrada Seca
Establo San Pedro	San Francisco Menéndez	6 Km. Calle a Frontera La Hachadura	Producción de leche	Al Río San Pedro

NOMBRE	MUNICIPIO	UBICACION	PROCESO	DESCARGA
Productos Lácteos El Progreso	San Francisco Menéndez	Calle Frontera a Puente Arce	Producción de quesos	Al Río Paz

Fuente: Departamento de Saneamiento Ambiental (MSPAS), Julio 1993

105

Camp Dresser & McKee International Inc.
Associates in Rural Development, Inc.
International Science and Technology Institute
Research Triangle Institute
University Research Corporation
Training Resources Group
University of North Carolina at Chapel Hill

WASH Operations Center
1611 N. Kent St., Room 1001
Arlington, VA 22209-2111
Phone: (703) 243-8200
Fax: (703) 243-9004
Telex: WUI 64552
Cable Address: WASHAID

THE WASH PROJECT

With the launching of the United Nations International Drinking Water Supply and Sanitation Decade in 1979, the United States Agency for International Development (A.I.D.) decided to augment and streamline its technical assistance capability in water and sanitation and, in 1980, funded the Water and Sanitation for Health Project (WASH). The funding mechanism was a multi-year, multi-million dollar contract, secured through competitive bidding. The first WASH contract was awarded to a consortium of organizations headed by Camp Dresser & McKee International Inc. (CDM), an international consulting firm specializing in environmental engineering services. Through two other bid proceedings since then, CDM has continued as the prime contractor.

Working under the close direction of A.I.D.'s Bureau for Science and Technology, Office of Health, the WASH Project provides technical assistance to A.I.D. missions or bureaus, other U.S. agencies (such as the Peace Corps), host governments, and non-governmental organizations to provide a wide range of technical assistance that includes the design, implementation, and evaluation of water and sanitation projects, to troubleshoot on-going projects, and to assist in disaster relief operations. WASH technical assistance is multi-disciplinary, drawing on experts in public health, training, financing, epidemiology, anthropology, management, engineering, community organization, environmental protection, and other subspecialties.

The WASH Information Center serves as a clearinghouse in water and sanitation, providing networking on guinea worm disease, rainwater harvesting, and peri-urban issues as well as technical information backstopping for most WASH assignments.

The WASH Project issues about thirty or forty reports a year. WASH *Field Reports* relate to specific assignments in specific countries; they articulate the findings of the consultancy. The more widely applicable *Technical Reports* consist of guidelines or "how-to" manuals on topics such as pump selection, detailed training workshop designs, and state-of-the-art information on finance, community organization, and many other topics of vital interest to the water and sanitation sector. In addition, WASH occasionally publishes special reports to synthesize the lessons it has learned from its wide field experience.

For more information about the WASH Project or to request a WASH report, contact the WASH Operations Center at the above address.