

Proyecto:
"Manejo integrado de cuencas
asociadas al complejo hidrográfico
Barra de Santiago-El Imposible" (BASIM)
Ahuachapán, El Salvador



El estado de los recursos hídricos en la región hidrográfica Cara Sucia-San Pedro Belén en la zona Sur de Ahuachapán, El Salvador (recopilación y análisis)



UICN
Unión Mundial para la Naturaleza



**El estado de los recursos hídricos en la región hidrográfica
Cara Sucia-San Pedro Belén en la zona Sur de Ahuachapán
(recopilación y análisis)**

Centroamérica, El Salvador, 2004

333.73 U58e

UICN. Proyecto BASIM

El estado de los recursos hídricos en la región hidrográfica Cara Sucia-San Pedro Belén en la zona Sur de Ahuachapán, El Salvador (recopilación y análisis) / UICN. Proyecto BASIM. - 1. ed. San José, C.R.: UICN. Oficina Regional para Mesoamérica, 2005.

62 p. ; 21x28 cm.

ISBN 9968-743-94-1

1.Cuencas hidrográficas 2.Manejo de aguas 3.Uso del agua 4.Calidad del agua
5.El Salvador I.Título.



• **Investigador:**

Mario Enrique Sagastizado Méndez

• **Equipo de la UICN**

Grethel Aguilar

Directora Regional de la Unión Mundial para la Naturaleza UICN, Oficina Regional para Mesoamérica

Dirección: 146-2150 Moravia, Costa Rica

Teléfono: (506) 241-0101

Fax: (506) 240-9934

Rocío Córdoba

Coordinadora del Área Temática de Humedales, Agua y Zonas Costeras, Moravia, Costa Rica

Teléfono: (506) 241-0101

• **Equipo técnico de BASIM en El Salvador:**

Maritza Guido Martínez-Gerencia

Mario Enrique Sagastizado Méndez-Recursos Hídricos

Nicolás Atilio Méndez Granados-Desarrollo Sostenible

Karla Castro Molina-Asistente Técnico

Rosa Orellana Castillo-Apoyo Logístico y Administrativo

• **Coordinación técnica y revisión del documento:**

Maritza Guido Martínez-Gerencia BASIM

• **Impresión:**

• **Fotografía de portada:**

No. 1 Laguna de Oxidación, Planta de Tratamiento de Aguas Negras Servidas San Rafael, puente Arce, San Francisco Menéndez (SFM), Ahuachapán

No. 2 Parcela de Riego de Pasturas, cantón Santa Rita, Cara Sucia, San Francisco Menéndez

• **Disponible en:**

Centro de Información y Documentación

Dr. Enrique J. Lahmann Z.

UICN-Unión Mundial para la Naturaleza,

Oficina Regional para Mesoamérica

Apdo. 146-2150, Moravia, San José, Costa Rica

Tel.: + (506) 241-0101, Fax: (506) 240-9934,

Correo electrónico: cid.mesoamerica@iucn.org

Página web: www.iucn.org/mesoamerica

© 2005. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales

Se autoriza la reproducción de esta publicación para fines educativos u otros no comerciales sin necesidad de obtener la autorización previa del titular de los derechos de autor, siempre y cuando se cite la fuente. Se prohíbe la reproducción parcial o total de esta publicación para su venta u otros fines comerciales, sin la autorización previa del titular de los derechos de autor.

San Salvador, El Salvador, diciembre de 2004

Primera edición de 1000 ejemplares en septiembre de 2005

ÍNDICE

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SIGLAS | 6 |
| SIMBOLOGÍA | 7 |
| PRESENTACIÓN | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 11 |
| 1. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA | |
| CARA SUCIA-SAN PEDRO BELÉN (REGIÓN C) | 13 |
| 1.1 Formaciones fisiográficas de la Región C | 17 |
| 1.1.1 Planicie costera | 17 |
| 1.1.2 Zona media | 19 |
| 1.1.3 Zona alta | 20 |
| 1.2 Cuencas principales | 21 |
| 1.2.1 Descripción de cuencas y drenajes | 22 |
| 1.2.2 Complejo de cuencas Barra de Santiago | 26 |
| 1.3 Características climáticas de la Región C | 29 |
| 1.3.1 Características de la precipitación en la Región C | 30 |
| 1.4 Comportamiento de los caudales en las cuencas | 32 |
| 2. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA REGIÓN C | 34 |
| 2.1 Acuíferos subterráneos en la Región C | 35 |
| 2.2 Extracción de agua proveniente de acuíferos subterráneos | 37 |
| 2.3 Características del acuífero costero | 38 |
| 3. ANTECEDENTES SOBRE EVALUACIÓN DE CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA EN LAS CUENCAS DE LA REGIÓN C | 39 |
| 3.1 Evaluación de calidad del agua superficial | 40 |
| 3.2 Evaluación de calidad de acuíferos subterráneos | 41 |
| 3.3 Consideraciones sobre el estado de la calidad del agua | 43 |
| 4. REGISTROS DE USOS DE LA ZONA | 44 |
| 4.1 Consumo para riego | 45 |
| 4.2 Consumo humano | 47 |
| 4.3 Uso para agroindustrias | 50 |
| 4.4 Acuicultura | 50 |
| 4.5 Recreación | 50 |

| | | |
|------------|------------------------------------------|-----------|
| 5. | CONSIDERACIONES GENERALES | 50 |
| | 5.1 Condiciones naturales de la Región C | 50 |
| | 5.2 Estado de calidad del agua | 51 |
| | 5.3 Presión humana sobre el agua | 52 |
| | 5.4 Impactos sobre ecosistemas | 52 |
| 6. | CONCLUSIONES | 53 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 54 |
| 8. | AGRADECIMIENTOS | 55 |
| 9. | ANEXOS | 57 |
| 10. | BIBLIOGRAFÍA | 61 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Cuadro No. 1 | Orden de drenaje de las cuencas de la Región C | 13 |
| Cuadro No. 2 | Características de las regiones hidrográficas del Occidente de El Salvador | 15 |
| Cuadro No. 3 | Descripción de ríos y drenajes principales de la Región C | 22 |
| Cuadro No. 4 | Área aproximada de las cuencas y drenajes de la Región C | 23 |
| Cuadro No. 5 | Cuencas vinculadas con el área natural protegida del Parque Nacional El Imposible (PNEI) | 28 |
| Cuadro No. 6 | Zonas climáticas de la zona Sur de Ahuachapán | 29 |
| Cuadro No. 7 | Promedios anuales de precipitación (mm) en siete estaciones en la Región C | 31 |
| Cuadro No. 8 | Tipo de formación hidrogeológicas en la Región C | 35 |
| Cuadro No. 9 | Disponibilidad de acuíferos subterráneos en la Región C | 36 |
| Cuadro No. 10 | Extracción de agua proveniente de acuíferos subterráneos | 37 |
| Cuadro No. 11 | Características hidráulicas del acuífero costero Occidental | 38 |
| Cuadro No. 12 | Caracterización general de la calidad del agua superficial | 40 |
| Cuadro No. 13 | Ámbito de valores de características físico-químicas de agua de pozos de la Región C | 41 |
| Cuadro No. 14 | Niveles de coliformes en agua subterránea de uso doméstico | 42 |
| Cuadro No. 15 | Asociaciones de distribución de agua potable en los municipios de San Francisco Menéndez, Jujutla, Guaymango, San Pedro Puxtla y Metalío | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura No. 1 Regiones hidrográficas de El Salvador..... | 14 |
| Figura No. 2 Mapa de la región hidrográfica del río Paz (Región B) y Región C..... | 16 |
| Figura No. 3 Zonificación de planicie costera Occidental..... | 17 |
| Figura No. 4 Zona afectada por inundaciones y red de alerta temprana, Cara Sucia y San Francisco Menéndez..... | 25 |
| Figura No. 5 Drenajes de la cuenca Barra de Santiago y su relación con el área boscosa del Parque Nacional El Imposible..... | 27 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfica No. 1 Comportamiento de la precipitación entre estaciones pluviométricas de la Región C..... | 32 |
| Gráfica No. 2 Caudales promedio anuales de los ríos principales de la Región C..... | 33 |
| Gráfica No. 3 Comportamiento de caudales en la estación Atalaya, río San Pedro, Región C..... | 34 |
| Gráfica No. 4 Cantidad de manzanas de tierras bajo riego autorizadas por MAG/DGFCR, en la temporada de riego 2003-2004, de acuerdo a los drenajes de las cuencas..... | 46 |
| Gráfica No. 5 Tipos de fuentes de agua utilizadas por los servicios autoabastecidos en la zona Sur de Ahuachapán..... | 47 |
| Gráfica No. 6 Porcentaje de cobertura de usuarios por sistemas autoabastecidos en el Sur de Ahuachapán y Sonsonate..... | 49 |

ANEXOS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo No. 1 Comparación entre disponibilidad y demanda de los recursos hídricos (proyectada al 2003)..... | 59 |
| Anexo No. 2 Registros de los caudales del río San Pedro (1999-2000)..... | 59 |
| Anexo No. 3 Fuentes de agua y caracterización tecnológica de los sistemas de riego identificados en la Región C..... | 60 |
| Anexo No. 4 Número de usuarios y área bajo riego de acuerdo al tipo de cultivo en cuencas de la Región C..... | 60 |

SIGLAS

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AECI: | Agencia Española de Cooperación Internacional |
| ANDA: | Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados |
| ADEAGUA: | Asociación Administradoras de Agua del Sur de Ahuachapán y Sonsonate |
| AECI: | Agencia Española de Cooperación Internacional |
| ASCAUNELOC: | Asociación comunal administradora de sistema de agua potable salud y medio ambiente la única esperanza de los ocho caseríos |
| CEDEX: | Centro de Desarrollo Exterior |
| CONACYT: | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología |
| DGRNR/DGFCR: | Dirección General de Recursos Naturales Renovables Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego |
| MAG: | Ministerio de Agricultura y Ganadería |
| MINED: | Ministerio de Educación |
| MSPAS: | Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social |
| PNODT: | Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial |
| PNEI: | Parque Nacional El Imposible |
| PLAMDARH: | Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos |
| PROMESA: | Proyecto de Protección al Medio Ambiente |
| SEMA: | Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente |
| SNET: | Servicio Nacional de Estudios Territoriales |
| SRN: | Secretaría de Reconstrucción Nacional |

SIMBOLOGÍA

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANP: | Área Natural Protegida |
| CA-1: | Carretera Panamericana |
| CA-2: | Carretera Litoral |
| cm: | Centímetro |
| ha: | Hectárea |
| has: | Hectáreas |
| hm³: | Hectómetros cúbicos |
| km²: | Kilometros cuadrados |
| (k): | Conductividad Hidráulica |
| lt/s: | Litros por segundo |
| m s n m : | Metros sobre el nivel del mar |
| m/día: | Metro por día |
| mg/l: | Miligramos por litros |
| ml: | Mililitros |
| ms: | Metros por segundo |
| Mz: | Manzanas de tierra, unidad de área (1 Mz: 7000 m²) |
| Nd: | No determinado |
| NMP: | Número Más Probable |
| NTU: | Nefelometric Technic Units (siglas en inglés) Unidades Técnicas Nefelométricas Unidad de medición de turbidez de agua |
| pH: | Potencial de Hidrógeno; parámetro físico |
| pp/familias: | Personas por familia |
| TDS: | Total Dissolved Solids (siglas en inglés) |

PRESENTACIÓN

El Proyecto "Manejo integrado de cuencas asociadas al complejo hidrográfico Barra de Santiago-El imposible" (BASIM) es un esfuerzo demostrativo ejecutado por socios locales con apoyo de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

Los socios institucionales son el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN); Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); Fundación Ecológica de El Salvador (SALVANATURA); Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES) y Consorcio AGUA. La Oficina Regional de UICN para Mesoamérica (ORMA) atiende el seguimiento y apoyo de los proyectos de campo de la Iniciativa de Agua y Naturaleza (WANI, por sus siglas en inglés) en donde el Proyecto BASIM forma parte.

La iniciativa de agua y naturaleza es un marco de acción lanzado en el año 2000 para implementar el manejo integrado de los recursos hídricos utilizando una perspectiva de ecosistemas dentro de las cuencas hidrográficas. Esta iniciativa incluye acciones puntuales en regiones geográficas específicas. Entre las metas establecidas por la iniciativa se encuentran:

- Proteger los hábitats de agua dulce críticos y sus especies a través del uso sostenible del agua y el suelo.
- Dar poder a grupos locales para que desarrollen prácticas responsables para el uso del agua.
- Promover la voluntad política y buen gobierno para evitar y mitigar conflictos relacionados al uso del agua.
- Incorporar los valores económicos, ecológicos, culturales e intrínsecos de los ecosistemas.
- Utilizar la información y conocimiento científico y local para mejorar el manejo del agua dulce y ecosistemas relacionados.
- Crear conciencia en las personas sobre el papel que juegan los ecosistemas en la protección y uso sostenible del agua.

Es necesario una actualización periódica de la información sobre el estado de los recursos hídricos, en donde la participación activa de los usuarios es relevante, así como la sistematización y difusión apropiada.

INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene una recopilación preliminar de información sobre los recursos hídricos de la zona Sur de Ahuachapán. Los datos contenidos se refieren: **a)** registros históricos y recientes sobre las características de las cuencas y drenajes; **b)** calidad de agua; **c)** usuarios de agua para riego y consumo humano.

La Región C contiene una amplia variedad de formaciones naturales desde bosques salados, estuarios, cafetales bajo sombra, cultivos anuales, bosques tropicales subcaducifolios y humedales. Igualmente, es una zona de intensa actividad social y económica (agua, suelo y bosques). Un factor clave para este desarrollo es la disponibilidad de agua, por ejemplo a lo largo de la línea costera se encuentran amplios asentamientos humanos que se abastecen de acuíferos subterráneos.

Contar con información es importante para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Este documento preliminar es una manera de difundir el conocimiento entre los usuarios del agua, autoridades locales y nacionales para, posteriormente, orientar las acciones de manejo integrado del recurso hídrico.

La información aquí presentada se actualizará periódicamente sobre todo en lo referente a los usos del agua, patrones de consumo, balance hídrico y estudios recientes de calidad del agua.

El documento contiene una descripción general de la Región C, registros de cantidad y estado de calidad del agua, datos preliminares de usuarios del agua, entre otros. Es importante resaltar la necesidad del monitoreo de los recursos y el involucramiento de los actores locales en el buen gobierno de los recursos hídricos de la zona.

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto BASIM-UICN presenta una recopilación breve de las principales características físicas y ambientales que posee la región hidrográfica Cara Sucia-San Pedro Belén, también denominada Región C.

La Región C es un espacio físico que reúne una serie de drenajes proveniente de la cadena costera de Apaneca-Tacuba, que descarga en las áreas de manglares y bocanas. Su territorio cubre la zona Sur de Ahuachapán de aproximadamente 674 km². Entre los seis municipios que comparten este territorio están San Francisco Menéndez, Jujutla, Guaymango, San Pedro Puxtla, Santo Domingo de Guzmán y Acajutla. Los rasgos fisiográficos de la Región C comprenden la cadena costera, la amplia zona de llanura costera, las formaciones litorales, bocanas y esteros.

El ordenamiento de la Región C describe cinco conjuntos principales de cuencas determinados como Cara Sucia, Cuilapa, bocana de San Juan, Cauta y San Pedro. Las primeras dos cuencas se encuentran asociadas al complejo de áreas naturales del Parque Nacional El Imposible (PNEI), manglares costeros y los bosques temporalmente inundados de Santa Rita. El resto de cuencas se hayan asociados a zonas de recarga de cafetales bajo sombra.

La Región C posee rasgos fisiográficos que destacan. Entre ellos están la cordillera costera formada por las montañas de Apaneca-Tacuba; ecosistemas como los bosques submontanos del Parque Nacional El Imposible; zonas cafetaleras; amplias tierras de pie de monte; la llanura costera; las formaciones de bosques salados; estuarios en la costa; una serie de ríos permanentes que contribuyen a la interconexión de los sectores de las cuencas; bocanas y esteros.

El agua constituye un componente clave para el desarrollo social y productivo en la zona Sur de Ahuachapán. Esto se traduce en numerosas experiencias de riego, en tierras de las cuencas medias y la llanura costera. Las fuentes de agua provienen principalmente de los ríos y del acuífero costero Occidental. Igualmente se ha incrementado la cobertura de agua potable por medio de una red de sistemas de abastecimiento, de la cual un 60% del agua es explotado del acuífero costero. Mejorar la participación concertada de los actores locales y usuarios en la gestión integrada del agua contribuirá a un uso racional y conservación de los ecosistemas en la Región C.

1. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA CARA SUCIA-SAN PEDRO BELÉN (REGIÓN C)

El término región hidrográfica se define como el conjunto de cuencas, cuyos drenajes confluyen en una corriente principal.

La Región C comprende un amplio territorio en la zona Sur de Ahuachapán. Esta área cubre 674 km² y abarca un 3.2% del territorio nacional (MINED, 1995; PNOTD, 2004).

La Región C está localizada en la zona Sur de Ahuachapán y Sonsonate (Figura No. 1 y Figura No. 2).

El parteaguas ubicado en las elevaciones de las montañas de Tacuba está compartido por cantones pertenecientes a Tacuba, Concepción de Ataco y Apaneca. El área de drenaje limita al Norte con el parteaguas de los ríos Paz y Lempa; al Oriente con el río San Pedro y al Sur con el Océano Pacífico.

Un ordenamiento de acuerdo al orden de los drenajes y área de las cuencas de la Región C se presenta en el Cuadro No. 1.

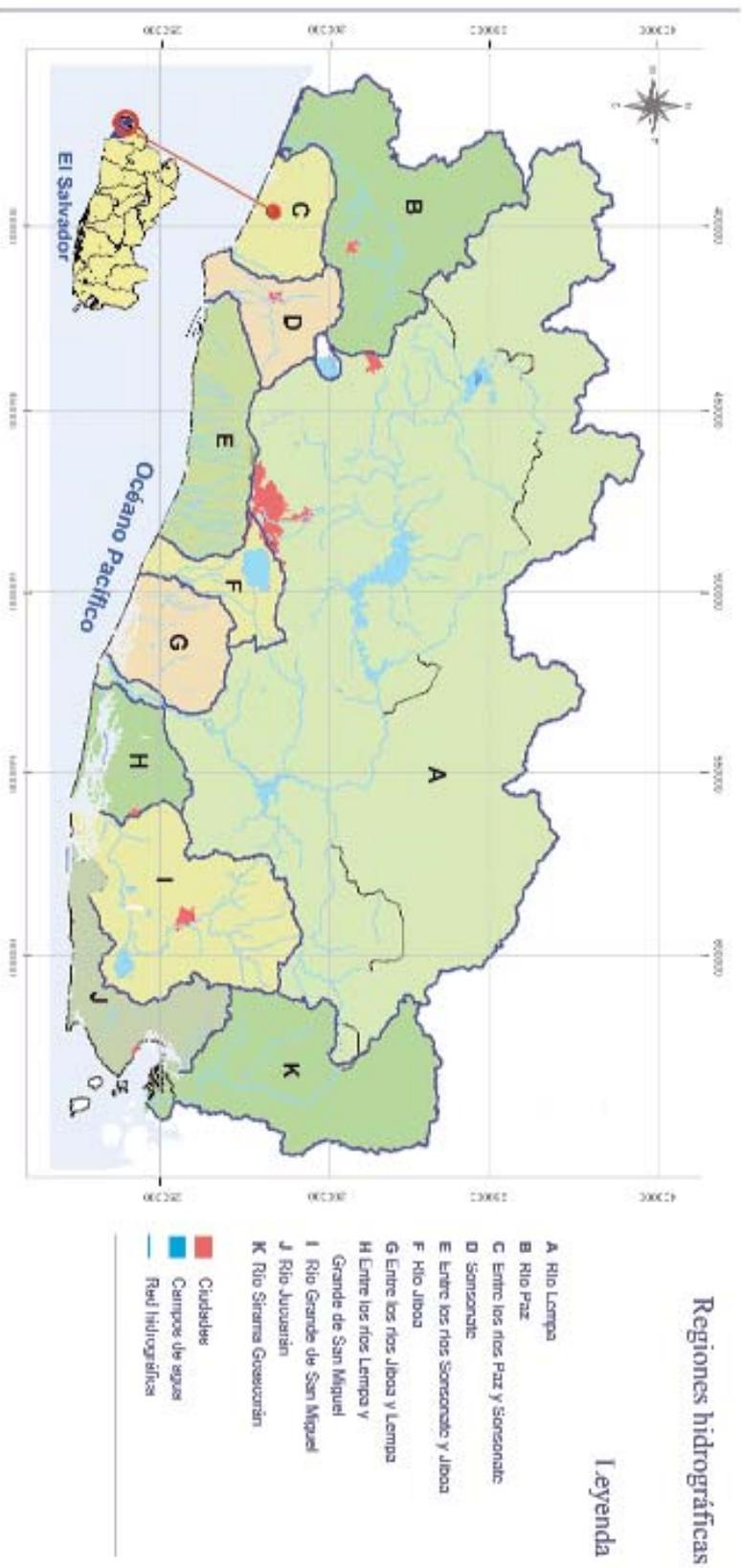
Cuadro No. 1 Orden de drenaje de las cuencas de la Región C

| Unidad | Número de orden del drenaje ¹ | Área (km ²) | Ejemplo | Descripción |
|-------------|------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Microcuenca | 1-2-3 | 10-100 | Ríos Sacramento a San Pedro | Quebradas-riachuelos-ríos |
| Subcuenca | 4-5 | 100-700 | Río Copinula Región C (674 km ²) | Subcuenca de Cara Sucia, Cuilapa, bocana de San Juan, Cauta y San Pedro |
| Cuenca | 5 | 700-6000 | Ríos Lempa y Paz | Ríos navegables |

Fuente: modificado de Faustino, 2002

1.- Orden de los drenajes: se refiere a orden de magnitud de las quebradas y ríos, aumenta a medida que se conduce mayor caudal, por ejemplo la unión de dos corrientes de magnitud 1 origina una corriente de magnitud 2.

Figura No. 1 Regiones hidrográficas de El Salvador



Fuente: PNODT, 2004

Cuadro No. 2 Características de las regiones hidrográficas del Occidente de El Salvador

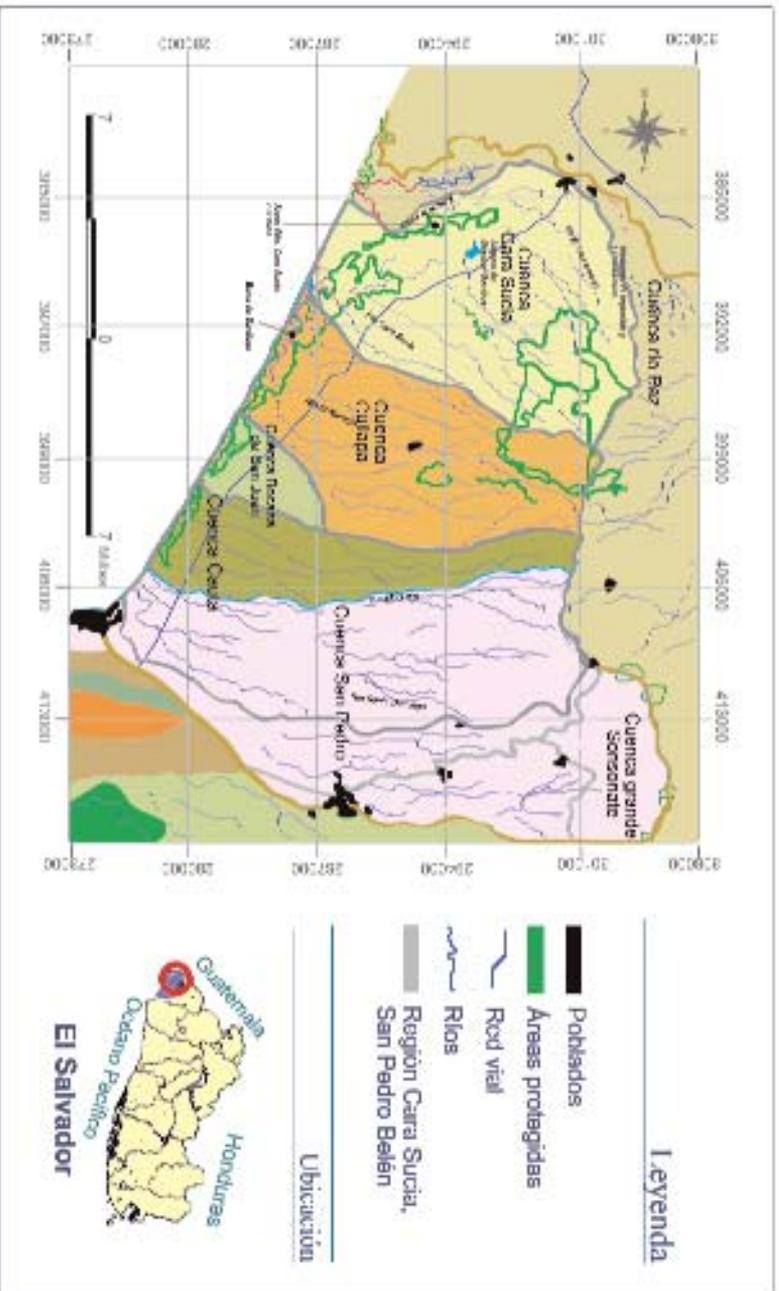
| Región hidrográfica | Superficie nacional (km ²) | Precipitación anual media (hm ³) | Escorrentía época húmeda (hm ³) | Escorrentía época seca (hm ³) |
|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Río Paz (Región B) | 867 | 1561 | 468 | 156 |
| Cara Sucia-San Pedro Belén (Región C) | 674 | 1213 | 364 | 121 |
| Río Sonsonate (Región D) | 875 | 1575 | 473 | 158 |

Fuente: PNOTD, 2004; 1 h=1000

El Cuadro No. 2 compara las áreas de recarga de las tres regiones localizadas en Ahuachapán y Sur de Sonsonate. La región con menor precipitación y escorrentía corresponde a la Región C (Figura No. 2). Sonsonate y río Paz poseen similares niveles de disponibilidad hídrica. En la Región C se verifica un déficit en comparación con las otras regiones.

Figura No. 2 Mapa de la región hidrográfica del río Paz (Región B) y Región C

La Región C se subdivide en cinco cuencas: Cara Sucia, Cullapa, bocana de San Juan, Cautia y San Pedro. Incluye los municipios de San Francisco Menéndez, Jujutla, Guaymango, San Pedro Puxtla, Santo Domingo de Guzman y Metaltio.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARNU)

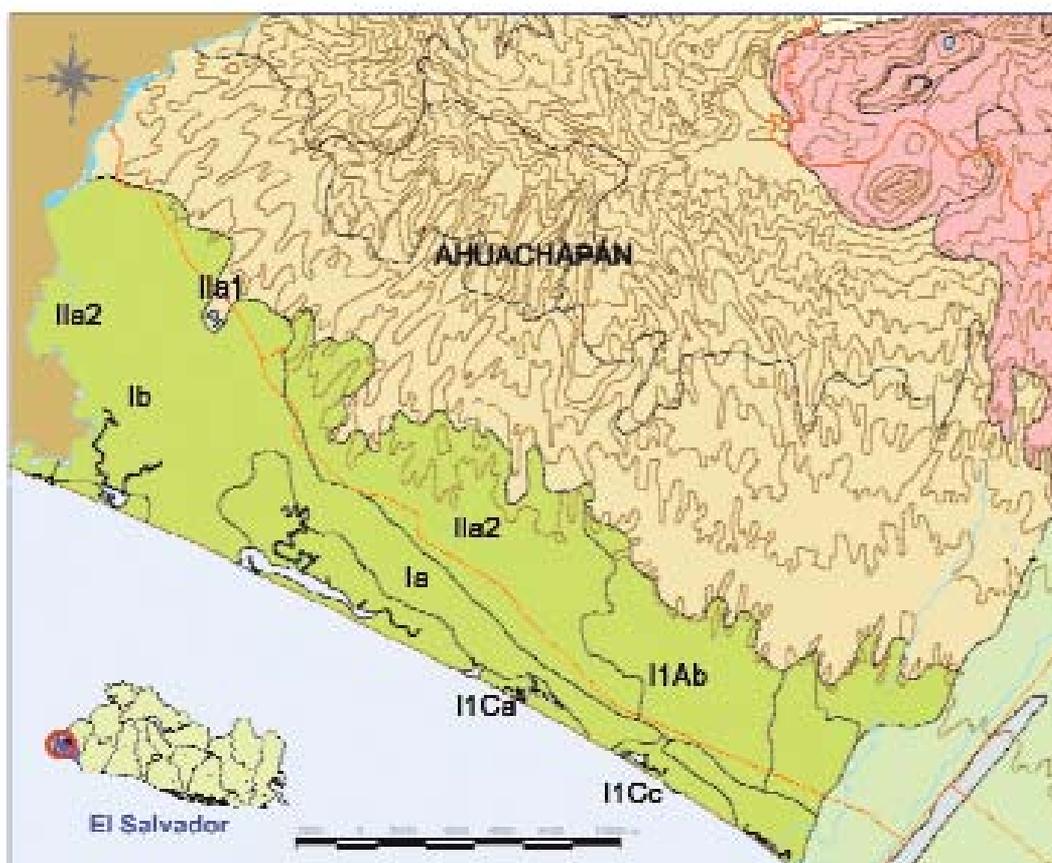
1.1 Formaciones fisiográficas de la Región C

Las formaciones fisiográficas de la Región C comprenden la zona costera, tierras medias y pie de monte y zona alta (PNODT, 2004).

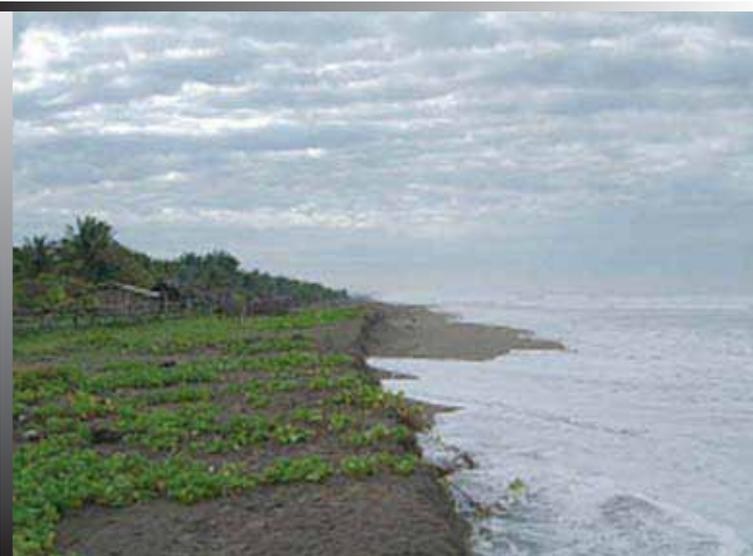
1.1.1 Planicie costera

Incluye los cordones litorales, manglares y tierras de inundación. Los cordones litorales comprenden dunas continuas paralelas al mar que conforman una topografía ondulada de materiales arenosos. Los bosques salados incluyen diversas especies adaptadas a suelos inundados.

Figura No. 3 Zonificación de planicie costera Occidental



Fuente: PNODT, 2004



Bocana El Zaité, río El Rosario, Jujutla,
departamento de Ahuachapán



Manglares de Barra de Santiago, Jujutla,
departamento de Ahuachapán

Las áreas de transición costera comprenden tierras inundables. Se caracterizan por vegetación entre los bosques de manglar y dulces. Las tierras de materiales aluviales se extienden desde los 2 msnm del área del manglar hasta aproximadamente los 10 msnm.

Algunos drenajes desaparecen al llegar a conos de deyección formados en la zona costera. Estos están constituidos por materiales gruesos de fácil infiltración de agua. Posteriormente, el agua surge en las zonas bajas formando los pantanos y zanjones. Las principales áreas de deyección están en los ríos San Francisco, Cara Sucia, La Palma, Faya, El Naranjo y El Rosario.

De acuerdo al Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNOTD, 2004), la planicie costera Occidental está conformada por las tierras de transición entre las montañas de Apaneca y la llanura aluvial agrícola, bocana del río Paz, esteros de Garita Palmera y El Zapote, el río El Rosario, bocana de San Juan y estero de Metalío (Hernández et al., 2003).

Un rasgo observado en la zona de las desembocaduras es el cierre de las mismas por efecto de la acumulación de arena en sus desagües (asolvamiento costero). Por ejemplo, Bola de Monte (antigua desembocadura de río Paz); Garita Palmera (desembocadura del canal El Aguacate, derivación del río Paz); bocana El Zaito (desembocadura río El Rosario). El proceso periódico de asolvamiento en las bocanas ocasiona la acumulación de agua en los estuarios e inundación en comunidades costeras.

1.1.2 Zona media

Se extiende desde los límites de la carretera litoral (CA-2) hasta cercanías del nivel de 200 msnm. Presenta una fisiografía de tierras de lomas con pendientes de 3 a 5%. Presenta drenajes de fondos pedregosos.

Las áreas semionduladas son usadas para agricultura de granos básicos, pastos y frutales. La quema de rastrojos como parte de la preparación de las tierras es una práctica difundida en la cuenca, mientras que en tierras de laderas del municipio de Guaymango existe la tradición de dispersar los rastrojos de las cosechas, lo cual contribuye a reducir la erosión superficial. Áreas de matorrales y bosques latifoliados crecen en los sectores de cañadas y laderas de los drenajes.



Cuenca del río El Naranjo,
departamento de Ahuachapán



Vegetación riparia y cauces defondos rocosos en la cuenca del río Cara Sucia, San Francisco Menéndez, departamento de Ahuachapán

1.1.3 Zona alta

Se extiende desde la cota de 200 msnm hasta el parteaguas en 1400 msnm. Las condiciones presentadas son terrenos con pendientes mayores de 15%, incluye farallones y laderas abruptas. El área comprende remanentes de bosques tropical semi húmedo y amplias plantaciones de cultivos de café bajo sombra.



Cultivos de café bajo sombra en la cuenca alta del río Copinula, Jujutla, departamento de Ahuachapán



Área de matorrales y café bajo sombra en la cuenca alta del río Copinula, Jujutla, departamento de Ahuachapán

1.2 Cuencas principales

La Región C posee cinco conjuntos de cuencas principales, las cuales son: Cara Sucia, Cuilapa, bocana de San Juan, Cauta y río San Pedro. Cada una de ellas comprende conjuntos de microcuencas de dimensiones variables. Sin embargo, se caracterizan por sus cauces lineales, drenajes angostos, cauces de fondos pedregosos y afloramientos rocosos. El sistema de drenaje es dendrítico paralelo (PLAMDARH, 1981).

1.2.1 Descripción de cuencas y drenajes

Una serie de drenajes se originan en la Región C, la mayoría son permanentes. El Cuadro No. 3 describe los ríos y la zona de descarga.

Cuadro No. 3 Descripción de ríos y drenajes principales de la Región C

| Cuenca principal | Ríos/corrientes principales | Observaciones |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cara Sucia | El Sacramento | Desemboca en zona natural de Santa Rita |
| | Chagalapa, Huizcocol | Tributario del río Sacramento |
| | Quequeisque, Santa Rita | Inunda la zona natural de Santa Rita y tierras de pasturas |
| | San Francisco, La Soledad | Nace en PNEI ¹ en las montañas de Tacuba; atraviesa la zona de Santa Rita y se agota en época seca |
| | La Palma | Circula aledaño a Laguna de Gamboa, drenaje de lagunas |
| | Corozo | Nace en PNEI Desemboca en el zanjón El Chino |
| | Cara Sucia | Nace en PNEI Desemboca en manglar Las Salinas, zanjón El Garrobo y Barra de Santiago |
| | Ixcanal | Nace en PNEI Desemboca en el manglar Barra de Santiago. Se agota en época seca |
| | Faya | Nace en cuenca media y se infiltra a la altura de la carretera litoral |
| | Aguachapío | Nace en PNEI Desemboca en el manglar Barra de Santiago, zanjón Aguachapío |
| Cuilapa | Guayapa | Nace en PNEI Desemboca en manglar de Barra de Santiago |
| | Cuilapa | Desemboca en el manglar Barra de Santiago |
| | El Naranjo | Nace en cuenca aledañas al PNEI Desemboca en el manglar Barra de Santiago |
| | El Rosario | Desemboca en el manglar Barra de Santiago, bocana El Zaito y San Juan |

Fuente: elaboración propia

1.-La cabecera de los drenajes primarios se encuentra en el macizo montañoso de Tacuba, dentro de la propiedad del Parque Nacional El Imposible (PNEI). Fuentes: elaboración propia; Serrano et al., 1993

Cuadro No. 3 Descripción de ríos y drenajes principales de la Región C

| Cuenca principal | Ríos/corrientes principales | Observaciones |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Bocana de San Juan | Quebradas | Quebradas de invierno. Recoge derivación del río Rosario |
| | Cauta | Nace en zona de cafetales de Jujutla y desemboca en el manglar Metalío |
| | Metalío | Desemboca en el manglar Metalío |
| Cauta | Chalata | Desemboca en el manglar Metalío |
| | Moscua | Desemboca en el manglar Metalío |
| | Las Marías | Drenajes cortos |
| San Pedro | Copinula | Nace en zona de cafetales de Jujutla Tributario de Sunzacuapa |
| | Sucio, Sunzacuapa | Nace en zona de cafetales de Jujutla Desemboca en la bocana El Limón |
| | Sucio, San Pedro | Tributario de Sunzacuapa |
| | San Pedro, Santo Domingo | Bocana El Limón |

Fuente: elaboración propia

Cuadro No. 4 Área aproximada de las cuencas y drenajes de la Región C

| Río/cuenca | Área de la cuenca (km ²) | Longitud del cauce (km) | Numero de orden | Tipo de drenaje |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|
| Sacramento | 22.95 | 13 | 3 | Dendrítico irregular |
| Santa Rita | 16 | | 2 | Dendrítico |
| San Francisco | 18.45 | 13 | 3 | Dendrítico irregular |
| La Palma | 20.75 | 10 | 3 | Dendrítico irregular |
| Cara Sucia | 46* | 24 | 3 | Dendrítico irregular |
| Ixcanal | 27.45 | 16 | 2 | Dendrítico paralelo |
| Aguachapío | 26.6 | 16 | 2 | Dendrítico irregular |
| Guayapa | 36.75* | 22 | 3 | Dendrítico irregular |
| Cuilapa | 30 | 12 | 3 | Dendrítico irregular |
| El Naranjo | 36.65* | 23 | 3 | Dendrítico irregular |
| El Rosario | 75.25* | 27 | 4 | Dendrítico irregular |
| Bocana de San Juan Costa Azul | 2 | 40 | 1 | Paralelo |
| Cauta | 30 | 25 | 2 | Paralelo |
| Metalío | 24.8 | 16 | 2 | Paralelo |
| Moscua | 15 | 11 | 2 | Dendrítico irregular |
| Sunza, Copinula | 116.8* | 24 | 4 | Dendrítico irregular |

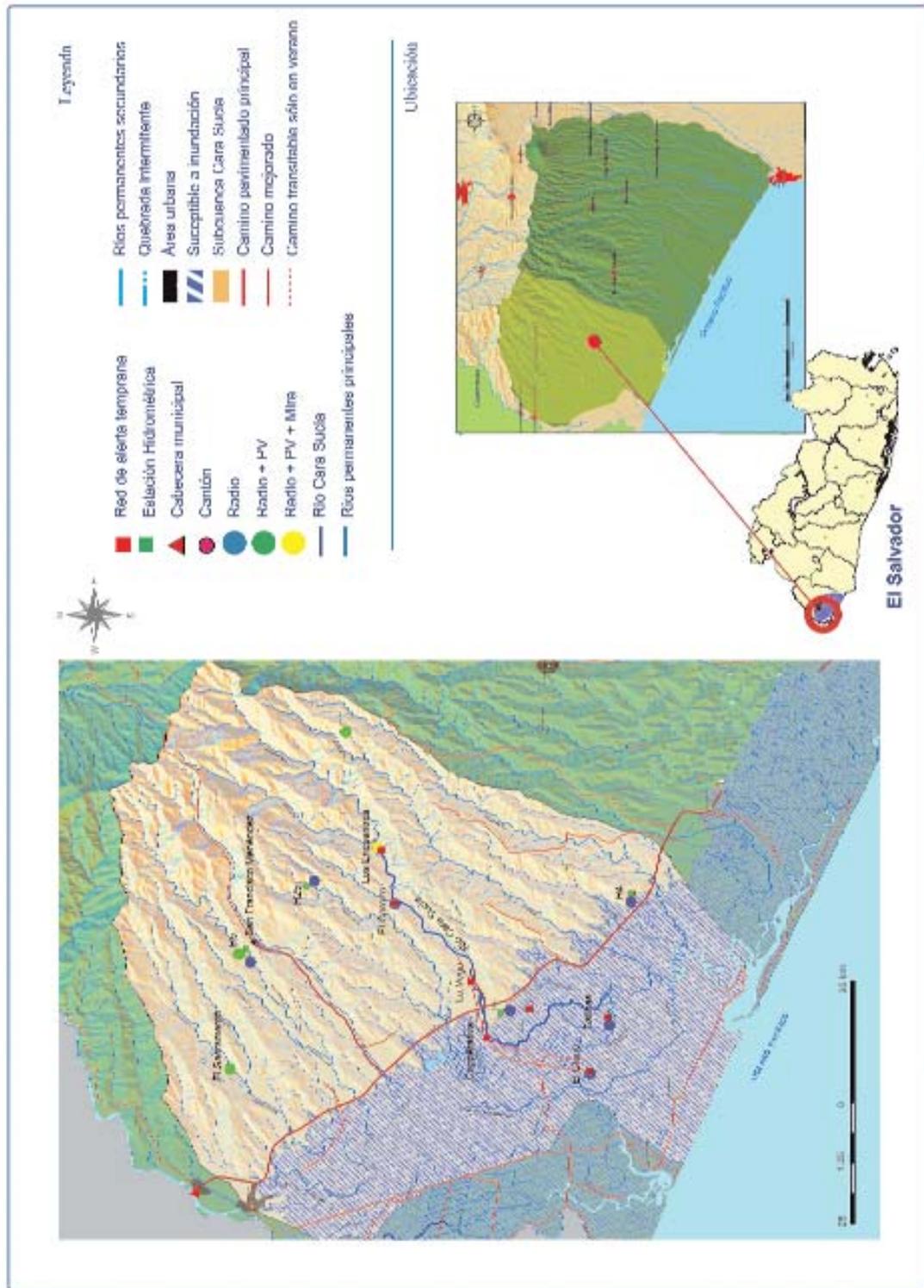
* Son cuencas principales de mayor área

Fuente: PLAMDARH, 1981

El drenaje de la Región C se efectúa por medio de una serie de ríos que, en su mayoría, se originan en las montañas de Tacuba. Las mayores cuencas corresponden a los cauces de los ríos Cara Sucia, Guayapa, El Naranjo, El Rosario, Sunza y Copinula (Cuadro No. 4). La caracterización de los drenajes según la topografía es la siguiente (PLAMDARH, 1981):

- El drenaje de la cuenca alta es dendrítico; posee efecto erosivo y se presenta en forma de cauces profundos con numerosas subcuencas.
- El drenaje de la cuenca media (calculada entre el límite de la carretera y los 340 msnm) es dendrítico. Los cauces tienden a ampliarse y tienen su máximo rendimiento. En el caso del río La Palma se originan afloramientos por medio de las lagunas de Bijagual y Gamboa (PLAMDARH, 1981).
- La planicie costera se encuentra entre la carretera CA-2 y la costa del Océano Pacífico; acá los cauces son erráticos, forman depósitos de sedimentos y zonas pantanosas (zanjones y humedales estacionarios). En época seca algunas de las corrientes disminuyen su caudal, el cual se infiltra en el material aluvial por el que circulan. El agua de los ríos Sacramento y El Rosario es depositada en las zonas de bosques salados de Barra de Santiago y las bocanas El Zaité y de San Juan. El resto desemboca en el manglar de Metalío y bocana El Sunza. La zona costera sufre de inundaciones durante la época lluviosa (Figura No. 4). Esta situación se presenta debido a la falta de un sistema efectivo de drenaje. Los ríos que cruzan la carretera CA-2 no tienen salida directa al mar, sino que pasan a zonas pantanosas o a los estuarios, en donde el agua se estanca (MAG, 1988).

Figura No. 4 Zona afectada por inundaciones y red de alerta temprana, Cara Sucia y San Francisco Menéndez



Fuente: SNET, 2004

1.2.2 Complejo de cuencas Barra de Santiago

La cuenca Barra de Santiago comprende un conjunto de drenajes que se originan en la parte alta del macizo montañoso de Tacuba-Apaneca. Estos drenajes comprenden los ríos: Sacramento, Santa Rita o Quequeisque, San Francisco, La Palma, Cara Sucia, Faya Aguachapío, Guayapa, Cuilapa, El Naranjo y río El Rosario (Figura No. 5). La interconexión se verifica entre las áreas naturales protegidas del Parque Nacional El Imposible y los estuarios y formaciones de manglares de Barra de Santiago.

También, la zona de manglares se extiende desde el área fronteriza de Bola de Monte (San Francisco Menéndez) hasta la bocana del río Sunza (Metalío, Acajutla).

Los rasgos de vinculación entre los drenajes superficiales con la planicie costera son los siguientes:

- Se presenta recolección de agua dulce hacia la zona de manglares, estuarios, lagunas y zanjones temporales.
- Contribuyen a recargar el sector del acuífero costero Occidental de la zona Sur de Ahuachapán.
- Los drenajes de corto recorrido provocan inundaciones en tierras costeras.
- Arrastre de sedimentos y nutrientes hacia los estuarios, bocanas y contaminantes (residuos sólidos y agroquímicos).
- Mantenimiento de formas de vida acuática en los pantanos estacionales. Como por ejemplo, lagunas estacionales en el bosque Santa Rita, peces nativos, pez Machorra, caimanes y aves acuáticas.
- Permite el flujo de formas de vida acuática como peces, camarones, cangrejos (larvas y adultos) estuarinos, lagunas de agua dulce y pantanos estacionales (corredores biológicos acuáticos).

Cuadro No. 5 Cuencas vinculadas con el área natural protegida del Parque Nacional El Imposible (PNEI)

| Cuenca | Área (km ²) | Área cubierta por PNEI (km ²) | Porcentaje PNEI | Caudal medio época seca (l/s) | Rendimiento hidráulica (l/s) (km ²) |
|---------------|-------------------------|-------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| San Francisco | 14.06 | 10.42 | 74.11 | 15 | 1.1 |
| La Palma | 18.83 | 4.75 | 25.23 | 60 | 3.2 |
| Cara Sucia | 32.53 | 21.56 | 66.28 | 120 | 3.7 |
| Ixcanal | 16.81 | 3.33 | 19.81 | 30 | 1.8 |
| Aguachapío | 16.69 | 1.53 | 9.17 | 15 | 0.9 |
| Guayapa | 24.83 | 17.06 | 68.71 | 130 | 5.24 |
| Cuilapa | 19.98 | 0 | 0.00 | 25 | 1.25 |
| El Naranjo | 37.5 | 0 | 0.00 | 55 | 1.47 |
| El Rosario | 75.3 | 0 | 0.00 | 210 | 2.7 |
| | 256.53 | 58.65 | | 660 | |

Imágenes de la zona de interconexión entre las áreas naturales montañosas con las tierras bajas



Area de bosques y cafetales



Drenajes primarios de la red hidrica superficial del río Sunza



Drenaje del río Guayapa



Zanjones temporales en la planicie o tierras bajas de La Danta, El Chino

Varios de estos factores de la interconexión hídrica también se verifican en el resto de drenajes de la Región C. Sin embargo, fuera del área natural del Parque Nacional El Imposible, la cobertura está conformada principalmente por cafetales bajo sombra y las descargas de agua dulce son conducidas directamente al océano y no entran a los estuarios como en el caso del complejo. La recarga de los acuíferos en las zonas cafetaleras es crítica para los usos del agua en la cuenca media y baja (sistemas de riego). Dicha zona está sujeta a cambios paulatinos sobre todo en cafetales de baja y mediana altura.

1.3 Características climáticas de la Región C

De acuerdo a Kopen, Sapper y Laurer la zona Sur de Ahuachapán presenta las siguientes zonas climáticas:

Cuadro No. 6 Zonas climáticas de la zona Sur de Ahuachapán

| Zona climática | Características | Clasificación ecológica |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sabana tropical o tierras calientes | <p>Cubre cerca del 95%, está comprendida entre las elevaciones de 0 a 800 msnm.</p> <p>La variación de la temperatura es de 22° a 28 °C con un promedio anual de 22.8 °C. La precipitación media es aproximadamente de 1900 mm, con extremos de 1595 y 2476 mm</p> | <p>Bosque húmedo subtropical con patrón de lluvia tipo monzónico</p> <p>Existe dominancia de especies caducifolias</p> <p>En la planicie costera se forman asociaciones de bosques altos de llanura aluvial</p> <p>Existe una amplia franja de asociaciones de manglares en zonas sujetas a inundaciones</p> |
| Sabana tropical calurosa o tierras templadas | <p>Incluye elevaciones de los 800 y 1200 msnm, limitándose a la cumbre de la sierra de Apaneca, Tacuba</p> <p>Las temperaturas anuales oscilan entre 20° y 22 °C; disminuyendo a 18.4 °C las faldas de las montañas</p> <p>La precipitación anual es aproximadamente de 200 mm, con una ligera disminución hacia la cuenca del río paz</p> | <p>Bosque muy húmedo subtropical con cultivos permanentes de café</p> |
| Clima tropical de alturas o tierra templada | <p>Comprende una pequeña región entre los cerros de Ataco y Apaneca, cerca de la finca La Esperanza. Limita entre las elevaciones de 1200 a 1800 msnm</p> <p>Registra temperaturas de 16° a 20 °C con posibles heladas en diciembre y enero. La precipitación media anual es de 2200 mm aproximadamente</p> | <p>Bosque muy húmedo montano bajo; comprende zonas de alta condensación</p> <p>Importante para la recarga acuífera</p> <p>Vegetación epífita</p> <p>Aptitud para cultivos permanentes o forestales</p> |

Fuente: PLAMHDAR, 1981; PNOTD, 2004

1.3.1 Características de la precipitación en la Región C

De acuerdo a los registros históricos del Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (PLAMDARH, 1981), la precipitación describe el siguiente comportamiento:

a) Zona de máxima precipitación:

área localizada entre Jujutla, San Pedro Puxtla, San José, El Naranjo. El efecto convectivo de los vientos marinos, al chocar con las elevaciones de las montañas inducen la condensación rápida del aire caliente.

b) Zona de máxima precipitación:

se ubica entre el cerro de Apaneca y Ataco. Este efecto se hace sentir con mayor intensidad sobre la Región B (río Paz).

c) Zona costera:

se nota una distribución bastante uniforme con dirección hacia Acajutla.

d) Zona de mínima precipitación:

se verifica en el costado Sur Poniente, cerca de la desembocadura de los ríos Paz y Sacramento.

La precipitación media anual alcanza 1945 mm y 1550 mm como máxima para el período 73-74 y 76-77. De acuerdo con el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET, 2004), el patrón climatológico para el departamento de Ahuachapán indica dos máximos de precipitación para los meses entre mayo-junio y septiembre-octubre.

Cuadro No. 7 Promedios anuales de precipitación (mm)
en siete estaciones en la Región C

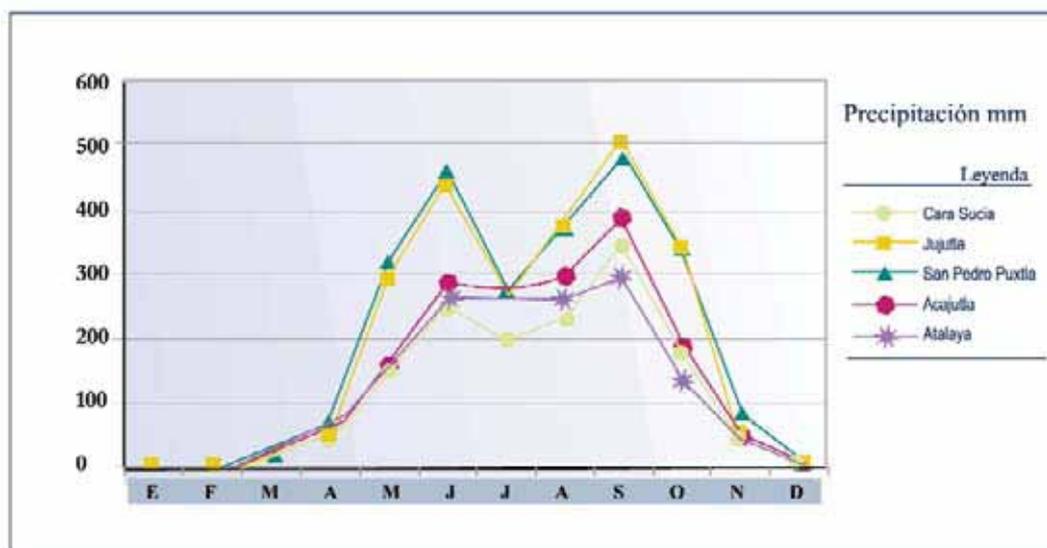
| Estación de registro de precipitación | Altura msnm | Precipitación promedio anual (mm) 1971-2001 | Meses de máximas precipitaciones |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| Cara Sucia-San Francisco Menéndez | 80 | 1456 | junio y septiembre: 250/345 mm |
| Jujutla | 520 | 2322 | junio y septiembre: 436/503 mm |
| San Pedro Puxtla | No dato | 2420 | junio y septiembre: 460/478 mm |
| Ataco | 1340 | 2120 | agosto y septiembre: 428/510 mm |
| Apaneca | 1470 | 2118 | junio y septiembre: 414/479 mm |
| Puerto de Acajutla, Acajutla | 15 | 1732 | agosto y septiembre: 300/387 mm |
| Atalaya, Acajutla | 3.39 | 1515 | julio y septiembre: 269/329 mm |

Fuente: Hernández et al., 2003

Puede observarse que los menores registros de lluvia se encuentran hacia el sector del Oeste de la Región C y en la zona del Puerto de Acajutla. Como se indicó anteriormente, la zona media y alta posee centros de alta concentración de lluvias, como son los casos de Jujutla, San Pedro Puxtla, Ataco y Apaneca.

Un detalle de la precipitación promedio anual de estas estaciones se registró en el período de 1971-2001 (Gráfica No. 3). Los registros evidencian la concentración de la lluvia en dos períodos del año (Ver cuadro No. 7) así como la distribución geográfica entre las estaciones analizadas.

Gráfica No. 1 Comportamiento de la precipitación entre estaciones pluviométricas de la Región C

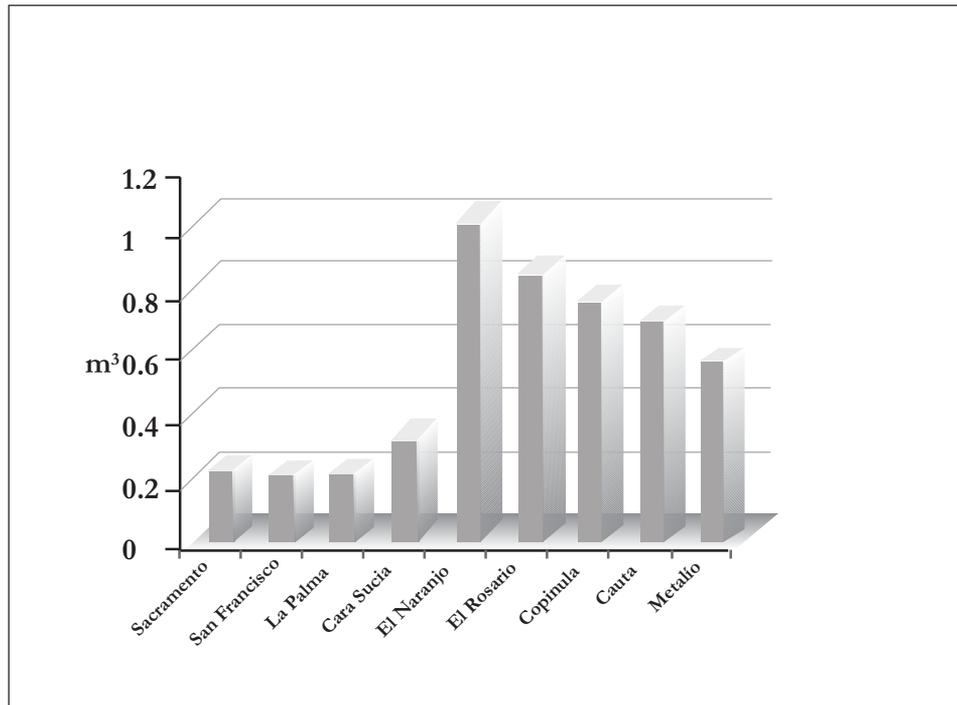


Fuente: SNET en Hernández et al., 2003

1.4 Comportamiento de los caudales en las cuencas

Registros históricos sobre la cantidad de agua de los drenajes de la Región C muestran marcadas diferencias entre las corrientes. Los mayores caudales se registran en las cuencas de El Naranjo, El Rosario, Cauta, Copinula y Sunza (Gráfica No. 1), mientras que la mayoría de las corrientes que desembocan en el complejo de estuarios (Barra de Santiago) presentan los menores caudales promedio anuales desde Sacramento hasta Cara Sucia.

Gráfica No. 2 Caudales promedio anuales de los ríos principales de la Región C



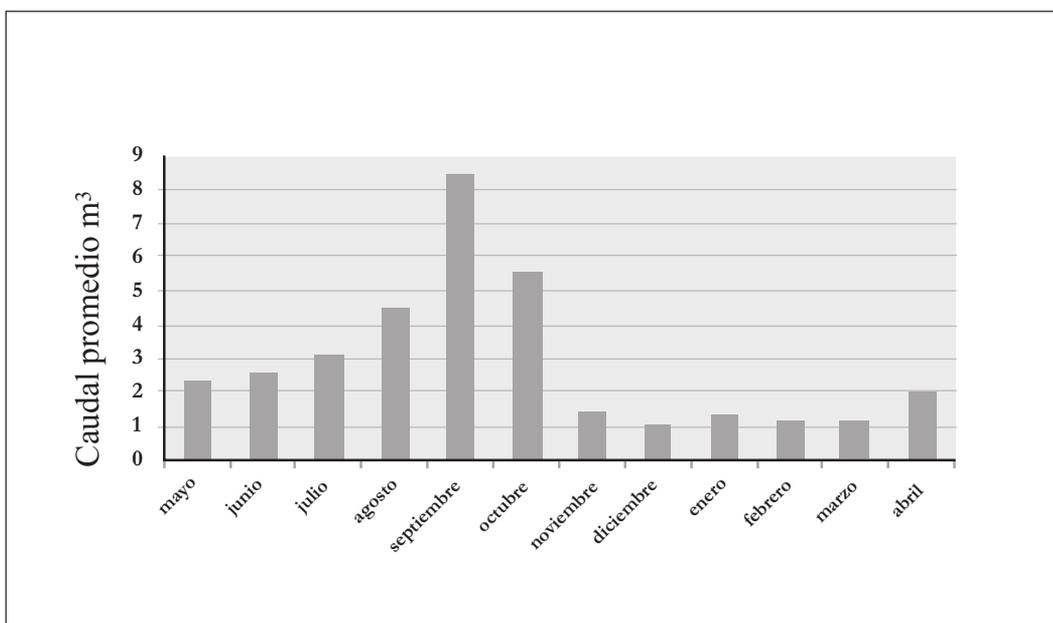
Fuente: registros hidrológicos MAG-DGRN; años de registro entre 1959-1976

Es importante señalar que los años de registro de los caudales son escasos, en general para toda la Región C; por lo que se desconocen los cambios históricos en la escorrentía superficial en la zona. Asimismo, no se cuenta con registros actualizados de corrientes de menor nivel de drenajes. Muchas de estas corrientes suplen de agua a comunidades y son utilizadas para actividades agrícolas.

La información más actualizada de la variación de los flujos de escorrentía para la zona de la cuenca está mejor representada para ciertos sectores. El registro de la estación Atalaya ofrece una visión de la variación temporal de caudales ubicada sobre el río San Pedro (Gráfica No. 3) en el extremo Oriente de la Región C.

Se registran los mayores caudales desde los meses de junio hasta octubre. Por la ubicación geográfica y patrón de las precipitaciones, los valores de caudales son considerablemente mayores que los drenajes del sector Poniente de la Región C.

Gráfica No. 3 Comportamiento de caudales en la estación Atalaya, río San Pedro, Región C



Fuente: MAG, 2000

2. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA REGIÓN C

La Región C posee los siguientes rasgos hidrogeológicos:

- Los drenajes del Nororiente y parte alta se consideran de alto potencial de infiltración debido a su constitución de materiales cuaternarios (Hernández et al, 2003). Esta zona se encuentra con abundante cobertura boscosa y plantaciones de café bajo sombra. Entre los ríos se encuentran San Pedro, Copinula, Sunzacuapa, Cauta, El Rosario y El Naranjo.
- También, se incluyen drenajes que se originan en la parte media como bocana de San Juan.
- El sector Norponiente comprende las cuencas de Cuilapa y Cara Sucia; es una zona de media a baja capacidad de infiltración. En la parte alta se encuentra el Parque Nacional El Imposible, cuya cobertura forestal contribuye a regular los flujos locales.



Cascada del río Copinula, Jujutla, departamento de Ahuachapán

- Zona Sur, cuenca baja: la mayoría de drenajes se incorporan a las zonas de estuarios o drenan directamente al Océano Pacífico; amplias zonas actúan como llanuras de inundación por la reducción de velocidad del agua, la infiltración hacia el acuífero y mal drenaje del agua superficial. Esta situación se vuelve relevante por la presencia de población en las áreas de drenaje. Asimismo, la presencia de sedimentos y materiales piroclásticos favorece la infiltración, lo cual contribuye a recargar el acuífero costero local.

2.1 Acuíferos subterráneos en la Región C

Cuadro No. 8 Tipo de formación hidrogeológicas en la Región C

| Tipo de formación | Localización en la cuenca del complejo Cara Sucia-San Pedro Belén (zona Sur de Ahuachapán y Sonsonate) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formaciones volcánicas antiguas Aglomerados terciarios de reducida permeabilidad | Zona media y alta de San Francisco Menéndez |
| Acuífero de sedimentos aluviales | Zona costera de San Francisco Menéndez, Jujutla y Metalío |
| Áreas de recarga de materiales volcánicos cuaternarios | Zona media y alta de Jujutla, San Pedro Puxtla y Santo Domingo de Guzmán |

Fuente: MARN, 2002; mapas de recursos hídricos

Las formaciones de lavas y aglomerados cubren cerca del 70% de la Región C. Se encuentran cubiertos de materiales piroclásticos, cenizas y pómez. La permeabilidad de estos materiales es de baja a nula, es mayor en las lavas fracturadas, lo cual origina bolsones de agua (acuíferos colgados) en la cuenca media. Los acuíferos en sedimentos aluviales cubren cerca del 23% de la Región C. Están formados por cantos rodados, gravas, arenas y limos. En estas formaciones, el grado de admisión de agua filtrada va de baja a alta lo cual depende de la granulometría, grado de consolidación, presencia de arcillas, entre otros. Datos sobre este acuífero determinan una profundidad del nivel freático de 5.5 m en la zona de Metalío; mientras que en el sector de los ríos Cara Sucia y Paz oscila de 8 a 20 msnm (PLAMDARH, 1981).

Cuadro No. 9 Disponibilidad de acuíferos subterráneos en la Región C

| Disponibilidad de acuíferos subterráneos | Profundidad del agua subterránea | Localización en la zona Sur de Ahuachapán |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1</p> <p>Escasa a pequeña cantidad de agua dulce o salina proveniente de aluviones no consolidados de la planicie costera del Océano Pacífico</p> | <p>Nd</p> | <p>Zona costera litoral de los municipios de San Francisco Menéndez, Jujutla y Acajutla</p> |
| <p>2</p> <p>Pequeñas a moderada cantidad de agua dulce de lavas intemperizadas y piroclásticas compactas</p> | <p>Acuíferos generalmente no confinados, niveles estáticos de agua entre profundidades de 1-200 m</p> | <p>Zona costera municipios de Jujutla y Acajutla</p> |
| <p>3</p> <p>Muy pequeñas a pequeñas cantidades de agua dulce de lava y piroclásticas compactadas generalmente no confinados</p> | <p>Niveles estáticos de agua profundidades entre 1-200 m</p> | <p>Área de San Francisco Menéndez, zona del área natural del Parque Nacional El Imposible Guaymango-Jujutla</p> |
| <p>4</p> <p>Moderadas a grandes cantidades de agua de aluviones no consolidados. Acuíferos no confinados</p> | <p>Niveles estáticos de agua entre profundidades de 2-50 m</p> | <p>Áreas de cuenca del río Paz zona de Acajutla, Sonsonate</p> |

Fuente: MARN, 2002; mapa de recursos hídricos

2.2 Extracción de agua proveniente de acuíferos subterráneos

Cálculos históricos determinan una extracción aproximada de 2,338,798 m³/año, proveniente de pozos perforados (punteras), pozos excavados y fuentes naturales superficiales. Este registro no distingue entre uso para consumo y agrícola.

Cuadro No. 10 Extracción de agua proveniente de acuíferos subterráneos

| Fuente | Volumen |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Pozos perforados | 76,808 m ³ /año |
| Pozos excavados | 6,222 m ³ /año |
| Fuentes naturales superficiales | 2,255,768 m ³ /año |
| Total | 2,338,798 m³/año |

Fuente: PLAMDARH, 1981

Estos datos deberán ser actualizados periódicamente dado el crecimiento de la población, la ampliación de áreas agrícolas (ejemplo, caña de azúcar y plataneras), inhabilitación de pozos por intrusión salina y construcción de nuevos sistemas de agua en el área rural.

Un cálculo de recarga de las diferentes unidades hidrogeológicas para la Región C estima cerca de 123.5 de m³/año.

2.3 Características del acuífero costero

El acuífero costero Occidental comprende desde los alrededores de Acajutla hasta el río Paz (MINED, 1993). Se utiliza principalmente para abastecimiento de agua potable, riego de plantaciones agrícolas (caña, pastos, hortalizas), industrias y proyectos de riego. La profundidad de este acuífero varía entre 1 a 30 m. Los caudales a obtenerse pueden variar entre 5 y 15 lt/s. El potencial de uso está más orientado al abastecimiento para riego. Debe tomarse en cuenta el peligro de intrusión salina (MINED, 1993). Por ser su área de recarga, la cadena El Bálsamo, que está constituida por materiales de baja a nula permeabilidad, el potencial del acuífero es bajo, con excepción de la zona de Acajutla (PNODT, 2004).

Otro acuífero cercano al área en mención es el acuífero de Sonsonate, cuya área de recarga se origina en los volcanes de Izalco y Santa Ana. Es de mayor potencial que el de la planicie costera occidental. Pueden obtenerse caudales entre 40 a 100 lt/s.

Entre algunas características del acuífero costero (Hernández et al., 2003) están:

Cuadro No. 11 Características hidráulicas del acuífero costero Occidental

| Características | Observaciones |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Espesor del acuífero | Se considera que el espesor del acuífero que predomina en la Región C es de 150 m, sin embargo no existe evidencia de esta medida |
| Parámetros hidráulicos | En el área del acuífero, el rango de conductividad hidráulica (k) oscila entre 1.22 y 54.83 m/día Esta información determina que es un acuífero libre y de buena permeabilidad. Se ubica en una zona de materiales de canto rodado y arena La poca profundidad del nivel freático es somera, por lo tanto vulnerable a la contaminación |

Fuente: Hernández et al., 2003; mapa de la Región C

El modelo conceptual de la Región C establece que el agua lluvia se precipita en mayor cantidad en las montañas. El agua se infiltra por la cobertura vegetal existente (bosques, plantaciones de café y agrícolas).

La zona de recarga está limitada por áreas de sedimentos aluvionales cuyos límites son: al Norte se encuentra en su mayor parte por toda la carretera litoral (CA-2); al Este limita con la cuenca del río San Pedro; al Oeste con la cuenca del río Paz y al Sur con el Océano Pacífico.

En general, el agua se moviliza desde el Norte hacia el Sur. El acuífero se ubica a lo largo de la zona costera y está orientado hacia el Suroeste de la Región C, cerca de la zona de Barra de Santiago y Garita Palmera.

3. ANTECEDENTES SOBRE EVALUACIÓN DE CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA EN LAS CUENCAS DE LA REGIÓN C

La Región C cuenta con registros históricos que determinan parcialmente el estado de calidad de los acuíferos subterráneos y aguas superficiales. PLAMDARH (1981) las describe de la siguiente manera:

- Agua superficial para consumo humano y riego: basado en análisis físico-químico y bacteriológicos, la mayor restricción en calidad lo representaban el número de coliformes. En el caso de riego, los datos analizados reportaban condiciones de bajo peligro de salinidad y de niveles de Sodio. La presencia de Boro no presentó restricciones para cultivos sensibles.
- Acuíferos subterráneos: registros determinaron mediano peligro de salinización y bajo peligro de Sodio.



Medición de aforo del río Ixcanal, San Francisco Menéndez (Equipo campo SNET, 2005)

3.1 Evaluación de calidad del agua superficial

Registros más recientes de calidad son reportados por proyectos de conservación de recursos naturales desarrollados en la zona. SEMA/Proyecto PROMESA realizó en el área de Barra de Santiago una serie de registros hidrológicos y de calidad de ríos cuyos drenajes se originan en la zona de influencia del Parque Nacional El Imposible.

Cuadro No. 12 Caracterización general de la calidad del agua superficial

| Río | Condición cualitativa calidad | Observaciones |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Ixcanal | Aguas saturadas de oxígeno Carga mínima de materia orgánica Carga fecal proveniente de animales | Ofrece condiciones para vida acuática |
| Guayapa | Agua saturada de oxígeno Concentraciones mínimas de dióxido de carbono | Parámetros analizados dentro de las normas establecidas para agua superficial |
| Aguachapío | Registro de buenos niveles de oxígeno disuelto Carga de materia orgánica pH ligeramente ácido | Parámetros analizados dentro de las normas establecidas para agua superficial |
| Mixtepe (tributario de Cara Sucia) | El agua de este río presenta una saturación de oxígeno disuelto Existe centro urbano en cuenca baja (caserío Cara Sucia) | Parámetros analizados dentro de las normas establecidas para agua superficial |
| Maishtapula (tributario de Cara Sucia) | Agua con saturación de oxígeno y niveles mínimos de dióxido de carbono | Parámetros analizados dentro de las normas establecidas para agua superficial |
| San Francisco | Agua con baja carga orgánica, olor normal, transparente y un pH neutro Saturación de oxígeno disuelto | Aguas características de montaña |
| Corozo | Presenta incremento de coliformes en trayecto | El pH es ligeramente ácido y se normaliza a medida que avanza en recorrido |

Fuente: PROMESA-DGRNR, 1996
Resultados de la calidad físico-químico del agua de ríos procedentes de el Parque Nacional El Imposible, Barra de Santiago, departamento de Ahuachapán

SALVANATURA/Proyecto Agua (2004) ha determinado la calidad del agua de cuatro microcuencas prioritarias, entre las cuales están Santa Rita, Faya, Aguachapío, Tapaguasuya y San Pedro. Los parámetros analizados son: color, olor, temperatura (°C), pH, Conductividad (MS), Turbidez, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Nutrientes (Nitrógeno y Fosfatos). El monitoreo efectuado corresponde a la época seca y ofrece una visión puntual de la calidad a lo largo del cauce (cuenca alta, media y planicie costera).

3.2 Evaluación de calidad de acuíferos subterráneos

Registros más recientes de calidad de agua determinan que el agua de la Región C es carbonatada cálcica y sódica. Según Custodio y Llamas (2001) señalan que se trata de agua muy joven. La Región C contiene alto contenido de minerales ferromagnésicos y existe un proceso de disolución conforme el agua se desplaza hacia la costa. Existe la posibilidad de un contacto con la cuña salina por el alto contenido de cloruros en sitios de muestreo cercanos a la costa (Hernández et al., 2003).

Cuadro No.13 Ámbito de valores de características físico-químicas del agua de pozos de la Región C

| Parámetro/unidad | Resultados | Observaciones |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| pH (Unidades 1 a 14) | Los valores oscilan entre 5.79 hasta 7.38 | La mayor parte se encuentra dentro del rango 6-8.5 para agua subterránea |
| Conductividad eléctrica (ms/cm) | Oscila entre 129 a 890 | Dentro de valores característicos para agua subterránea (50-5000) |
| Sólidos disueltos totales (TDS, mg/l) | 77.46 a 534 | Se caracterizan como agua diluidas (TDS < 1000 mg/l) |

Fuente: Hernández et al., 2003

De acuerdo a los análisis de cationes y aniones se determinó que el agua es bicarbonatada cálcica y sódica. De acuerdo a Hernández et al., (2003) es agua determinada por la infiltración de lluvia. En algunos casos, resultan valores altos de Magnesio (referencia pozo A6/San Francisco Menéndez). Se deduce que rocas ígneas poseen alto contenido de minerales ferromagnesianos. Se detectó la posible introducción de una cuña salina en la zona costera por la alta concentración de Cloruro. Este aspecto no está definido claramente debido a las escasez de sitios de monitoreo, por lo que es necesario un análisis más extenso en la zona costera.

Otros parámetros analizados incluyen Hierro, Calcio, Mangnesio, Manganeseo, Sulfato, pH, Cloruro y Sílice. En el caso de Nitratos (parámetro crítico para agua de consumo humano), los reportes de Hernández et al., (2003) indican que se encuentran por debajo del valor máximo admisible de 45 mg/l. La mayor parte del agua presentó altas concentraciones de bacterias coliformes y detección de Escherichía coli (E. coli) por arriba de la norma salvadoreña de calidad de agua (Cuadro No. 14).

Cuadro No.14 Niveles de coliformes en agua subterránea de uso doméstico

| Nombre y localización | Coliformes totales (NMP/100 ml) | Turbidez NTU |
|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|
| Hacienda Primavera | 50 | 0.4 |
| Pozo A. Rauda | > 16000 | 10.55 |
| Pozo comedor desvío San José Naranjo | > 16000 | 2.68 |
| Pozo J. Cruz | 300 | 3.29 |
| Pozo Iglesia Catarina Guayapa | > 16000 | 17.15 |
| Fuente Jujutla | 70 | 0.91 |
| Pozo M. de Hernández | 16000 | 0.91 |
| Pozo R. Castellano | < 2 | 1.87 |
| Pozo A. Cruz | > 16000 | 0.47 |
| Pozo M. Castro | 16000 | 1.68 |
| Norma CONACYT agua potable | > 1.1 | 1-5 |

Fuente: Hernández et al., 2003

3.3 Consideraciones sobre el estado de la calidad del agua

Los diversos registros mostrados ayudan a comprender el estado de la calidad del agua en un momento específico. Sin embargo, la falta de un control sistemático no permite establecer las tendencias y patrones posterior al análisis realizado por PLAMDARH (1981).

- Los datos más recientes indican problemas potenciales que amenazan el estado de calidad como la intrusión salina en la zona costera (MAG, 1988; Hernández et al., 2003). Esta situación es reportada frecuentemente por las comunidades de la zona costera, en donde el agua subterránea ha experimentado alteraciones de calidad (incremento de salinidad).
- El problema de saneamiento en las fuentes (presencia de heces fecales) es una situación ampliamente reportada.
- Otros aspectos mencionados por los estudios, se refiere a la caracterización físico-química del agua natural de la Región C, presencia natural de compuestos ferromagnésicos en agua subterránea, Boro y otras sustancias. Esta condición natural afecta el aprovechamiento del agua para consumo, tal como sucede en el pozo de abastecimiento del caserío El Quebracho de Metalío.
- Por otra parte, no existen referencias recientes sobre el impacto del uso de agroquímicos y su persistencia en el ambiente. Dado que la zona Sur de Ahuachapán ha sido altamente agrícola, es necesario conocer el nivel de impacto sobre la calidad del agua superficial y subterránea, en especial, de aquellas de uso actual y potencial para el consumo de comunidades rurales y urbanas.



Estado de calidad del agua, río Cara Sucia, 2005

El establecimiento de un monitoreo de calidad en aquellas fuentes de uso actual es una medida necesaria para la planificación y gestión del agua disponible en la zona Sur de Ahuachapán.

Se hace necesario analizar el impacto de la calidad del agua sobre las condiciones de vida de los ecosistemas acuáticos (humedales de agua dulce, estuario) sobre todo las condiciones de nutrientes, agroquímicos, detergentes y sedimentos. El efecto de la escorrentía sobre áreas naturales de los estuarios produce un asolvamiento de áreas importantes para la reproducción y hábitat de especies comerciales y alimenticias.

4. REGISTROS DE USOS DE LA ZONA

PLAMDARH (1981) efectuó aproximaciones de la cantidad de agua extraída de las fuentes superficiales y subterráneas. Los registros ofrecen un detalle a partir del tipo de fuente. El total de extracción se calculó en 2.338798×10^6 m³/año. Comparado con la recarga anual, calculada en 123.5 m³/año, puede considerarse que aún para la zona el balance es positivo en disponibilidad potencial de agua. Recientemente, proyecciones de consumo de agua para el año 2003 (CEDES-AECI, 1999), señalan que el consumo en la Región C para fines agrícolas representa cerca del 95% de la escorrentía, mientras que el consumo doméstico sólo alcanza el 2%. La región del río Sensunapán muestra, también, un alto porcentaje de uso para fines agrícolas, experimentando una explotación mayor a la disponibilidad existente.

Se cuenta con registros de abastecimiento para fines agrícolas y consumo a partir de fuentes subterráneas y superficiales; sin embargo, reflejan un sector del consumo real pues existen numerosas fuentes familiares y explotaciones agrícolas no registradas.

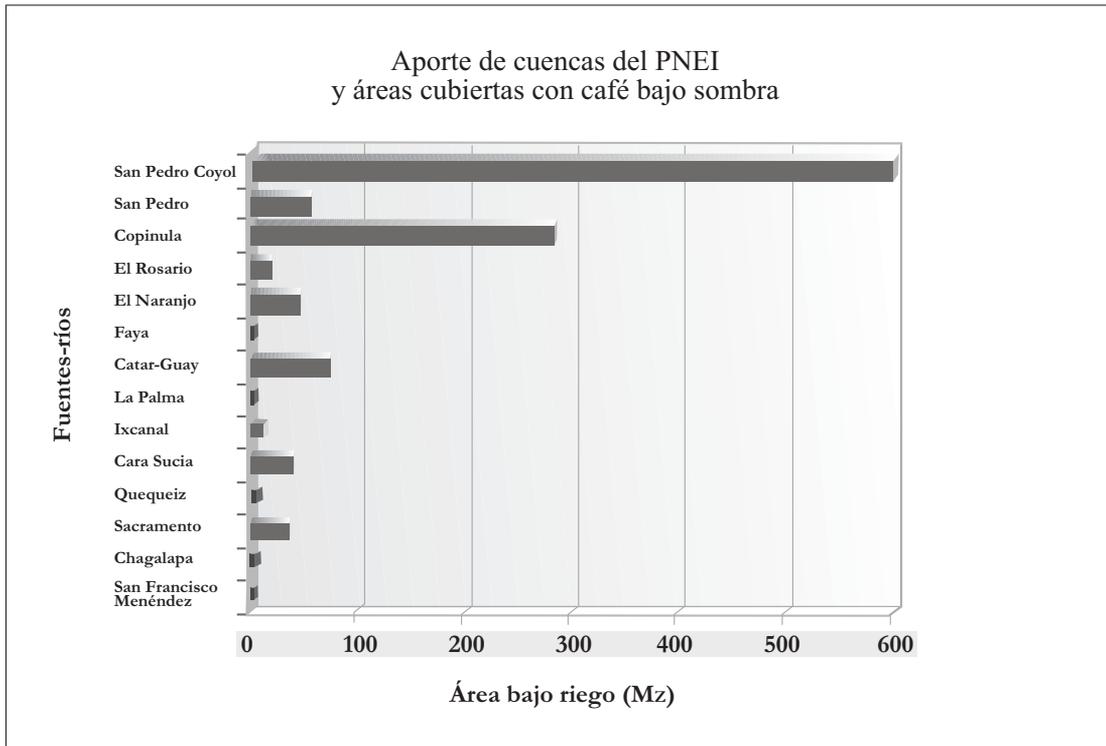
4.1 Consumo para riego

Los usuarios de agua para riego en la zona abarcan desde pequeños y grandes regantes particulares hasta asociaciones de riego legalmente constituidas. Esta actividad es importante pues genera actividad agrícola y económica en amplio sectores de la zona. La ampliación de cultivos de pasturas, caña de azúcar, plataneras, entre los principales (Anexo No. 4) presiona sobre los recursos subterráneos y superficiales. Un detalle de la cantidad de tierras agrícolas sometidas a riego, y con autorización del MAG/DGFCR, refleja la alta explotación de agua a partir de las fuentes superficiales.



Uso del agua del acuífero costero para riego de pastos, Cara Sucia, San Francisco Menéndez, departamento de Ahuachapán (Evaluación BASIM-WINROCK-MARN-MAG, 2004)

Gráfica No. 4 Cantidad de manzanas de tierras bajo riego autorizadas por MAG/DGFCR, en la temporada de riego 2003-2004, de acuerdo a los drenajes de las cuencas



Fuente: Padrón de Regantes 2003-2004, MAG/DGFCR

De las cuencas mayormente utilizadas para extracción de agua se encuentran los ríos Sacramento, Cara Sucia, Guayapa, El Naranjo, Copinula y San Pedro. Los cultivos que mayor demandan de agua son los pastos para corte y pasturas extensivas, maíz, caña de azúcar y, en menor proporción, las hortalizas (Anexo No. 3). Son diversas las metodologías de riego, entre ellas la inundación, aspersión y goteo. El mayor consumo de agua se verifica en la zona de llanura aluvial. Es importante señalar que las fuentes de drenaje provenientes del macizo montañoso del Parque Nacional El Imposible permiten el riego de cerca de 200Mz.

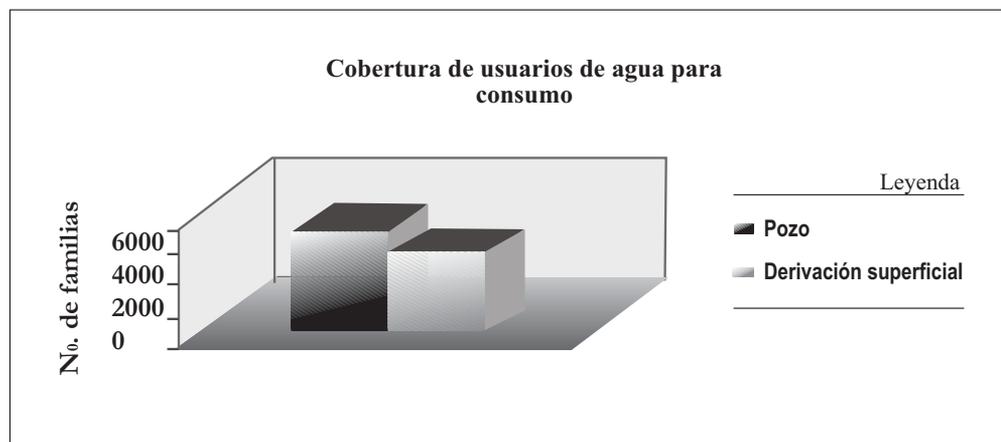
La falta de vigilancia del cumplimiento de los permisos otorgados y registro permanente de aforos en las cuencas explotadas dificulta determinar la capacidad real de los ríos, sin afectar los usuarios entre sí (comunidades y regantes), los ecosistemas de agua dulce y estuarios (lagunas y zanjones temporales).

Por otra parte, el consumo de agua subterránea no se encuentra adecuadamente registrado. Existe una creciente demanda por la expansión registrada de cultivos de plataneras y caña de azúcar; inclusive en algunos sectores costeros existen evidencias registradas de agotamiento del agua dulce y la inhabilitación de fuentes de abastecimiento. Una de las estrategias, ante esta dificultad, ha sido la explotación de agua más profunda, la cual ofrece menor nivel de salinidad. Estudios de factibilidad de riego estiman en cerca de 10,779 has aptas para cultivo bajo riego en la zona Sur de Ahuachapán. Sin embargo, entre las principales limitantes de la explotación agrícola se menciona la intrusión salina por la proximidad con el mar y los estuarios (MAG, 1988). Las mayores áreas para el riego se encuentran localizadas al Occidente del río Cara Sucia.

4.2 Consumo humano

Los registros de extracción de agua para consumo humano proviene mayormente de perforaciones subterráneas (Gráfica No. 5), cerca del 61% de los sistemas autoabastecidos actuales cubren sus demandas a partir de los pozos.

Gráfica No. 5 Tipos de fuentes de agua utilizadas por los servicios autoabastecidos en la zona Sur de Ahuachapán



Fuente: ADEAGUA, 2004

Cuadro No. 15 Asociaciones de distribución de agua potable en los municipios de San Francisco Menéndez, Jujutla, Guaymango, San Pedro Puxtla y Metalío

| Nombre de sistema | Jurisdicción | Número de usuarios | Población abastecida (5 pp/familia) | Tipo de fuente de abastecimiento | Forma de distribución |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Acaguapa | La Hachadura, San Francisco Menéndez | 460 | 2,300 | Pozo | Sistema domiciliar ³ |
| Fuente de Vida | El Castaño, San Francisco Menéndez | 281 | 1,405 | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| Acepros | Cara Sucia, San Francisco Menéndez | 1,600 | 8,000 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Refugio | San Francisco Menéndez | 60 | 300 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Agua Fría | No determinado | 125 | 625 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Arca de Noé | Jujutla | 55 | 275 | Pozo | Sistema domiciliar |
| ASCAUNELOC | El Quebracho, Jujutla | 220 | 1,100 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Catarina | Guayapa Abajo, Jujutla | 130 | 650 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Cocalito | Jujutla | 60 | 300 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Colonia Guayapa | Guayapa Abajo, Jujutla | 233 | 1,165 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Cuilapa | Jujutla | 80 | 400 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Hoja de sal | Jujutla | 7 | 35 | Pozo | Cantareras |
| Las mesas | Jujutla | 70 | 350 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Capaes | El Carmen, Escalón, Méndez | 400 | 2,000 | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| Mangos 1 | Guaymango | 375 | 1,875 | Pozo | Sistema domiciliar |
| San José El Naranjo | San José El Naranjo, Jujutla | 280 | 1,400 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Nueve estrellas | Jujutla-Guaymango-Metalío, Acajutla | 1,135 | 5,675 | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| Zapua | Zapua, Jujutla | 90 | 450 | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| Corduguatex | San Pedro Puxtla | 765 | 3,825 | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| El Carrizal | Santo Domingo de Guzmán | 110 | — | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| Concepción | San Pedro Puxtla | Nd | — | Derivación superficial | Sistema domiciliar |
| Metalío | Acajutla, Sonsonate | 300 | 1,500 | Pozo | Sistema domiciliar |
| Total | | 6,836 | 3,4180 | | |

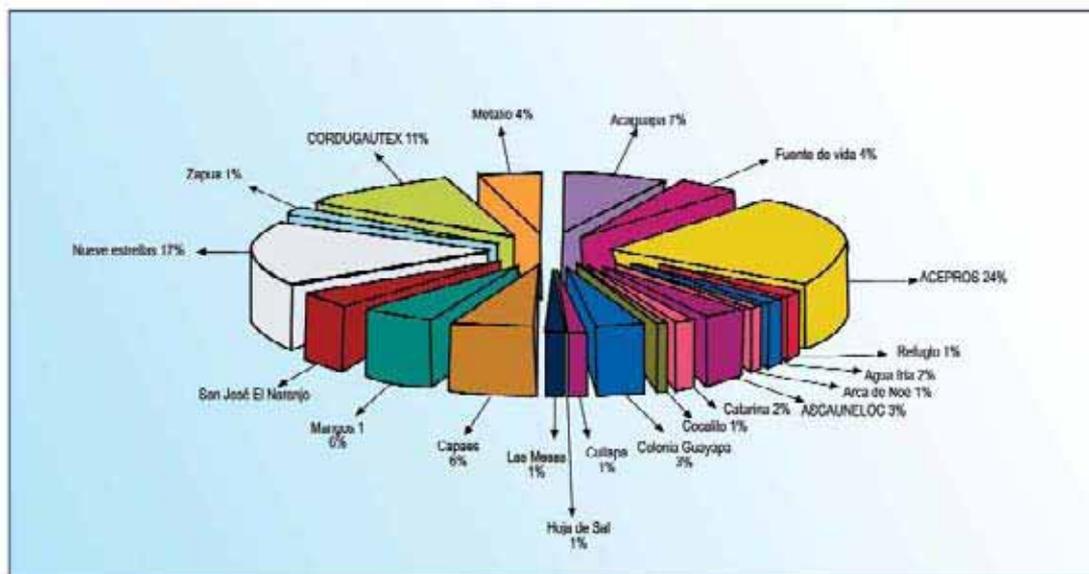
Fuente: ADEAGUA, 2004

3.- Sistema domiciliar: distribución de agua para consumo humano con derivaciones para cada hogar.

Los sistemas dependientes de captaciones superficiales están sujetos a los cambios de la descarga de los acuíferos de la cuenca alta y media. Esto provoca susceptibilidad a cambios ocasionados como la reducción de la infiltración, períodos de sequía, alteración de cauces, competencia entre usuarios, entre otros.

Los sistemas autoabastecidos cubren cerca del 37% de la población de los cuatro municipios de la zona Sur de Ahuachapán: San Francisco Menéndez, Jujutla, San Pedro Puxtla y Guaymango. Según el censo de 1992, existe cerca de 88,877 habitantes (SRN,1995). El resto de la población se abastece a partir de sistemas administrados por ANDA (centro urbano de Jujutla y San Francisco Menéndez) y de pozos domiciliarios (principalmente en la zona costera).

Gráfica No. 6 Porcentaje de cobertura de usuarios por sistemas autoabastecidos en el Sur de Ahuachapán y Sonsonate



Fuente: elaboración propia, ADEAGUA, 2004

4.3 Uso para agroindustrias

Actualmente, no existen usos importantes del agua para agroindustrias. Una serie de beneficios de café ha dejado de funcionar como por ejemplo las fincas Santa Luisa y Tequendama de la jurisdicción de Jujutla y San Pedro Puxtla, respectivamente. En San Pedro Puxtla funciona la cooperativa San Pedro Puxtla (ACOPUXTLA) la cual beneficia el café de cerca de 40 socios de la localidad a través de un sistema de uso mínimo de agua.

Hasta el momento existen proyecciones de programas de desarrollo para instalar centros agroindustriales en la zona, tales como procesadora de lácteos y fábrica de harinas, las cuales requerirán de agua para su funcionamiento.

4.4 Acuacultura

En parcelas de regantes del cantón Platanares se utiliza el agua para cultivo de camarones en estanque. El agua proviene del río Copinula.

4.5 Recreación

Se han abierto iniciativas ecoturísticas en la zona de Jujutla, las cuales incluyen el represamiento de cauces secundarios para recreación. Otros, utilizan las descargas de nacimientos de café como sitios de recreación.

5. CONSIDERACIONES GENERALES

5.1 Condiciones naturales de la Región C

- Zona con riqueza hídrica:
el acuífero costero Occidental supe sistemas autoabastecidos para consumo humano, así como el riego agrícola de la llanura aluvial. Los nacimientos y ríos son utilizados para hortalizas y riego de pasturas en el sector de cuenca media y alta.
- Zona de recarga alta a moderada en sector Nororiente de la Región C:
con mayores caudales superficiales.

- Contribución de la cobertura de bosque y cafetales bajo sombra al mantenimiento y regulación de flujos superficiales, corrientes permanentes en Cauta y San Pedro.
- Leve a moderado déficit hídrico en el sector Occidental de la Región y formaciones de baja permeabilidad:
impacto sobre el ciclo agrícola; reducción de caudales superficiales; competencias entre usuarios en época seca.
- Acuíferos colgados vulnerables a fenómenos de terremotos (2001) y deslizamientos:
San Pedro Puxtla y Jujutla.

5.2 Estado de calidad del agua

- Registros de coliformes con un mayor nivel al permitido para el consumo humano.
- Características físico-químicas naturales de acuíferos subterráneos que limitan el uso de agua para el consumo humano: pozo del cantón El Quebracho, Jujutla.
- Indicios de salinización de pozos en las zonas costeras: colonia ISTA, Bola de Monte; inhabilitación de fuentes.
- Ausencia de registros actualizados de calidad en acuíferos subterráneos (Hernández et al., 2003).
- Condiciones de saneamiento de centros urbanos: residuos sólidos y aguas servidas.
- Uso extensivo de detergentes y jabones en ríos que desembocan en estuarios.

5.3 Presión humana sobre el agua

- Uso de agua de manantiales y pozos para abastecimiento humano en zonas rurales (registro de ADEAGUA).
- Desarrollo de centros urbanos en la zona costera como Metalío, Cara Sucia y La Hachadura.
- Riesgos de inhabilitación de acuíferos subterráneos por efectos de intrusión salina y contaminación (caso de colonia ISTA).
- Dependencia de compra de agua dulce para consumo de fuentes en comunidades costeras: Bola de Monte, Garita Palmera y Barra de Santiago.
- No se conocen experiencias de cosecha de agua en la zona.
- Apropiación ilegal de agua de ríos. Esto afecta a comunidades, ecosistemas y usuarios. Los conflictos de usuarios se verifican en las cuencas mayormente utilizadas para riego de pasturas.
- No se cuenta con registros de consumo de agua a partir del acuífero costero.

5.4 Impactos sobre ecosistemas

- Alteración de zonas de ecotono transición entre manglares y áreas agrícolas por instalación de pasturas, cultivos de caña y granos básicos.
- Parcelaciones en inmediaciones de áreas naturales: propiedades de Cara Sucia, El Chino y Santa Rita.
- Deseccación de cauces y lagunas: Gamboa, Bijagual y drenaje del río La Palma.
- Reducción drástica de los caudales: Ixcanal, San Francisco y El Naranja.
- Asolvamiento de estuarios por arrastre de sedimentos en cuencas Cara Sucia y Cuilapa.

- Derivaciones de agua del río Paz y afectación sobre zanjones y estuarios: Bola de Monte, Garita Palmera y canal El Aguacate.
- Extracción de recursos biológicos: registro de tallas-volúmenes.

6. CONCLUSIONES

- La disponibilidad general del agua subterránea determina que no es continua.
- La información técnica sobre el estado de los recursos hídricos no es sistemática e irregular.
- Se verifica un impulso a la ampliación del sistema de autoabastecidos: sistemas de riego, aumento del área cultivable.
- La investigación técnica ha descrito ciertos rasgos en la caracterización del acuífero, dinámica de los recursos en la región, patrones de lluvia, escorrentía y localización de agua subterránea, etc.
- El acceso al agua en la zona no se encuentra segura. Se ubican en una zona afectada por déficit y que se traduce en fenómenos recurrentes de sequías leves a moderadas.

7. RECOMENDACIONES

- Difundir el conocimiento del estado de los recursos entre los usuarios y autoridades locales para generar criterios sobre una gestión más racional del agua.
- Impulsar las investigaciones en el área de los recursos hídricos.
- Involucrar a los actores de la cuenca y usuarios del agua en el conocimiento, estudio y monitoreo de los recursos hídricos.
- Apoyarse en la capacidad técnica de instituciones nacionales como ANDA, SNET, MAG y la Universidad Nacional de El Salvador.
- Propiciar el ordenamiento de la información existente y crear un centro de información del agua en la región.
- Promover el uso racional y el acceso del agua en forma ordenada y bajo control de los administradores y usuarios del agua en la región.

8. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las siguientes personas e instituciones su apoyo y colaboración:

- **Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)**
Ing. Daysi López, Directora de Servicio Hidrológico Nacional
Ing. Mario Guevara, Servicio Hidrológico
Ing. Celina Mena, Servicio Hidrológico
Lic. Zulma Mena, Contaminación Hídrica
- **Dirección General de Ordenamiento Forestal Cuencas y Riego (DGFCR)**
Ing. Roberto Gallardo, Área de Gestión y Tecnología
Ing. Raúl Sandoval Niño, Área de Gestión y Tecnología
- **Asociación Administradoras de Agua del Sur de Ahuachapán y Sonsonate (ADEAGUA)**
Sr. Elías Antonio Cruz
Sr. Jorge Manaen Altube
- **Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)**
Agencia Cara Sucia
Ing. Jaime Echevoyen, Jefe de Agencia
- **Proyecto AGUA/SALVANATURA/ Consorcio AGUA**
Personal Técnico Local del año 2004:
Ing. Nilton Navas Lievano
Ing. Ricardo Ramírez

9. ANEXOS

Anexo No. 1 Comparación entre disponibilidad y demanda de los recursos hídricos
(proyectada al 2003)

| Región hidrográfica | Escorrentía (Hm ³) | Demandas | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| | | Población | Agrícola | Dilución | Total | Porcentaje |
| Río Lempa | 4882 | 390.2 | 331.5 | 536.1 | 1257.8 | 25.8 |
| Río Paz | 568 | 15.0 | 48.0 | 41.4 | 104.4 | 18.4 |
| Sacramento Sunza | 241 | 3.9 | 70.0 | 0.9 | 74.8 | 31.0 |
| Sensuntepeque San Pedro | 341 | 24.6 | 255.3 | 93.4 | 373.3 | 109.5 |
| Mandinga Tihuapa | 129 | 8.8 | 48.5 | 3.2 | 60.5 | 46.9 |
| Comalapa-Guayabo | 300 | 33.5 | 364.0 | 19.3 | 416.8 | 138.9 |
| Bocana de Jiquilisco | 126 | 13.9 | 163.0 | 15.6 | 192.5 | 152.8 |
| Río Grande de San Miguel | 334 | 37.6 | 258.5 | 93.7 | 389.8 | 116.7 |
| Jucuarán | 71 | 10.4 | 50.0 | 2.9 | 63.3 | 89.2 |
| Sirama-Goascorán | 350 | 11.6 | 80.5 | 6.2 | 98.3 | 28.1 |
| Total | 7342 | 549.5 | 1669.3 | 812.7 | 3031.5 | 41.3 |

Fuente: Plan de desarrollo agropecuario basado en la ordenación de las cuencas hidrográficas CEDEX, AECI, MAE. Madrid, 1999

Anexo No. 2 Registros de los caudales del río San Pedro (1999-2000)

| Valor caudal | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo | Abril |
|--------------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------|
| Promedio | 2.35 | 2.6 | 3.09 | 4.52 | 8.49 | 5.39 | 1.4 | 0.93 | 1.34 | 1.34 | 1.20 | 1.20 |

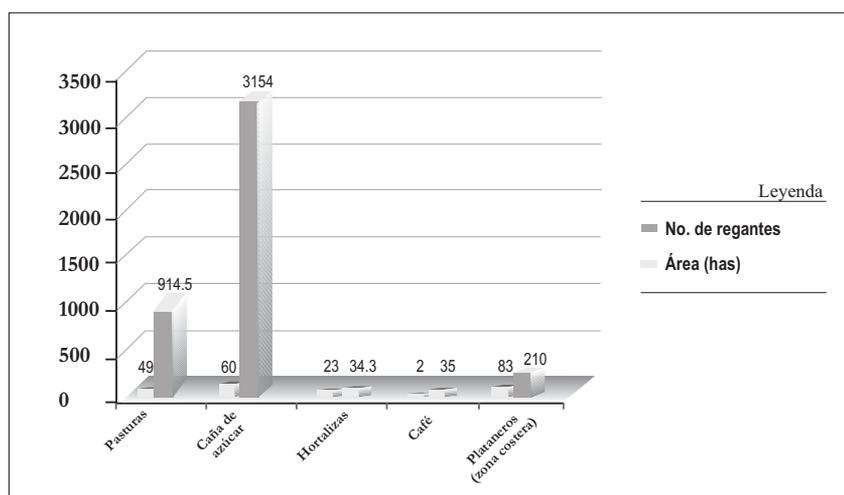
Fuente: Anuario Hidrológico 1998-2000, MAG/DGRNR

Anexo No. 3 Fuentes de agua y caracterización tecnológica de los sistemas de riego identificados en la Región C

| Fuente de extracción de agua | Tecnología de extracción de agua | Tipo de riego | Cultivos |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| Río Ixcanal | Bombeo de motor | Aspersión | Hortalizas |
| Río San Pedro | Bombeo ariete hidráulico | Aspersión | Hortalizas |
| Ríos Copinula, San Pedro y El Rosario | Bombeo ariete hidráulico | Goteo | Hortalizas |
| Ríos San Pedro y El Rosario | Derivación por medio de poliductos | Aspersión | Hortalizas |
| Río San Pedro | Bombeo de motor | Goteo | Hortalizas |
| Ríos San Pedro Belén, Sunzacuapa, Copinula, Guayapa, El Naranjo, Cara Sucia, Santa Rita, Ixcanal, Faya, Santa Rita y Sacramento | Derivación por acequia | Inundación | Pastos de corte y pastoreo |
| Ríos Copinula y Santa Rita | Bombeo de motor | Inundación | Pastos de corte |
| Río El Naranjo | Derivación por acequia | Inundación | Frutales |
| Río El Naranjo | Represa sobre el río, acequia de derivación | Inundación | Caña de azúcar |
| Pozos subterráneos en la costa (Punteras) | Bombeo de motor | Inundación | Plátano |
| Pozos subterráneos en la costa (Punteras) | Bombeo de motor | Inundación | Pastos de corte y pastoreo |
| Acumulación de agua lluvia por reservorios en las cuencas Copinula, San Pedro y Cara Sucia | Reservorio de agua lluvia | Goteo | Hortalizas |

Fuente: elaboración propia

Anexo No. 4 Número de usuarios y área bajo riego de acuerdo al tipo de cultivo en cuencas de la Región C



Fuente: recopilación propia, Proyecto BASIM

10. BIBLIOGRAFÍA

Estrada, NM. **Determinación preliminar del potencial hídrico superficial del Parque Nacional El Imposible.** Ministerio de Relaciones Exteriores y Cooperación Externa Secretaria Ejecutiva de Medio Ambiente Proyecto PROMESA-DGRNR. 1996. pp. 24.

Hernández Perla, HE; Aviles L., DE & Alvarado S., FE. **Elaboración del mapa hidrogeológico del acuífero costero de la Región C en el departamento de Ahuachapán.** Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil. Universidad Politécnica de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Civil. 2003. pp. 103.

MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. **Estudio de factibilidad técnica y económica del Proyecto de Riego Paz-El Rosario.** Informe principal. Morrison Knudsen Engineers Inc./Consultora Técnica S.A / Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión. 1988. pp. 168.

Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (PLAMDARH). Documento Básico N° 10. **Recursos y Demandas Potenciales en la Región Hidrográfica C.** 1981. pp. 45.

PNOTD, Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN); Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, Ministerio de Obras Públicas (VMVDU-MOP). 2004.

SRN, Secretaría de Reconstrucción Nacional. **Prediagnóstico del municipio de Jujutla, departamento de Ahuachapán.** 1995. pp. 62.

SRN, Secretaría de Reconstrucción Nacional. **Prediagnóstico del municipio de San Francisco Menéndez, Jujutla, departamento de Ahuachapán.** 1995. pp. 64.

SRN, Secretaría de Reconstrucción Nacional. **Prediagnóstico del municipio de San Pedro Puxtla, departamento de Ahuachapán.** 1995. pp. 64.

SRN, Secretaría de Reconstrucción Nacional. **Prediagnóstico del Municipio de Guaymango, departamento de Ahuachapán.** 1995. pp. 61.

SALVANATURA, Fundación Ecológica de El Salvador. **Biodiversidad y Ecología de la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible**. Volumen II. Francisco Serrano et al (Eds.) APÉNDICES. 1993. pp. 201.

Plan de desarrollo agropecuario basado en la ordenación de las cuencas hidrográficas. Centro de Desarrollo Exterior-Agencia Española de Cooperación Internacional CEDEX, AECI. Madrid. 1999.

Padrón de Juntas de Agua. Asociación de Administradoras de Agua de Ahuachapán y Sonsonate (ADEAGUA). 2004.

MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. **Padrón de usuarios Temporada 2003-2004**. Área de Gestión y Tecnología de Riego Dirección General Forestal, Cuencas y Riego/DGFCR. 2004.

MARN, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Mapa de recursos hídricos**. Colección CD. 2002.

SNET, Servicio Nacional de Estudios Territoriales. **Mapa de alerta temprana de la cuenca Cara Sucia**. 2004.

Ministerio de Educación. **Historia Natural**. Tomo I. 1995. pp. 397.

Faustino J. **Gestión y manejo de microcuencas. Conceptos, diagnóstico, planificación y manejo**. Material para un curso intensivo. 1999. pp. 200.

UICN

Unión Mundial para la Naturaleza

Creada en 1948, la UICN - Unión Mundial para la Naturaleza reúne a 82 Estados, 111 agencias gubernamentales, más de 836 ONG y cerca de 10.000 especialistas y expertos de 181 países en una asociación mundial de carácter único.

Como Unión, la UICN busca influenciar, alentar y ayudar a los pueblos de todo el mundo a conservar la integridad y la diversidad de la naturaleza, y a asegurar que todo uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sustentable.

La UICN es la red de conocimiento ambiental más grande del mundo y ha ayudado más de 75 países a preparar e implantar estrategias nacionales de conservación de la diversidad biológica. La UICN es una organización multicultural y multilingüe con 1000 empleados establecidos en 62 países. Su sede se encuentra en Gland, Suiza.

La Oficina Regional de UICN para Mesoamérica, con más de 15 años de labor, agrupa más de 83 miembros en 10 países. Su sede regional está en San José, Costa Rica.

UICN - Unión Mundial para la Naturaleza
Oficina Regional para Mesoamérica
Apdo. postal 146-2150, Moravia,
San José, Costa Rica
Teléfono: +506 241-0101; Fax: +506 240-9934
Correo-electrónico: mesoamerica@iucn.org
Web: iucn.org/mesoamerica



Ministerio de
Medio Ambiente y
Recursos Naturales



Ministerio de
Agricultura y Ganadería



SalvaNATURA

FUNDACIÓN ECOLÓGICA DE
EL SALVADOR



Consortio Agua
El Salvador

Socios del Proyecto BASIM-UICN en El Salvador