

**Análisis de la problemática de abastecimiento  
de agua en la Comunidad de Chachahuate,  
Cayos Cochinos, Honduras**

**Alejandra Isabel Ramírez Rodríguez**

**ZAMORANO**

Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

Diciembre, 2006

# **Análisis de la problemática de abastecimiento de agua en la Comunidad de Chachahuate, Cayos Cochinos, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente  
en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alejandra Isabel Ramírez Rodríguez**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2006

La autora concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan derechos de autor.

---

Alejandra Isabel Ramírez Rodríguez

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2006

**Análisis de la problemática de abastecimiento de agua en la Comunidad  
de Chachahuate, Cayos Cochinos, Honduras**

Presentado por:

Alejandra Isabel Ramírez Rodríguez

Aprobada:

---

Luís Caballero, M. Sc.  
Asesor principal

---

Mayra Falck, M. Sc.  
Directora Carrera Desarrollo  
Socioeconómico y Ambiente

---

Carlos Ardón, M. A. E.  
Asesor

---

George Pilz, Ph. D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D. B. A.  
Rector

**ZAMORANO**  
Diciembre, 2006

## **DEDICATORIA**

A mi mamá, papá y hermanos por ser ellos el incentivo para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por ser la fuente de vida, escudo y fortaleza en mi vida.

A mi familia por sus consejos y su apoyo incondicional.

A mi compañera de cuarto, compañeras de pasantía y mis amigos que de varias formas brindaron su apoyo en estos cuatro años.

A los profesores que compartieron su conocimiento e hicieron posible este trabajo.

Al Ingeniero Luís Caballero por ser quien me ayudó a realizar la investigación con sus conocimientos, así como con sus palabras de aliento.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A mis padres porque nunca me hizo falta nada en los cuatro años de estudio y en la vida.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) por el apoyo financiero en los cuatro años.

A Food for Progress USDA por el apoyo financiero en mi último año.

## RESUMEN

Ramírez, Alejandra. 2006. Análisis de la problemática de abastecimiento de agua en la Comunidad de Chachahuate, Cayos Cochinos, Honduras. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 40 p.

La problemática de acceso a agua potable y saneamiento básico en Honduras tiene connotaciones locales y regionales. Se presume que la carencia de estos servicios básicos es mayor en las comunidades insulares y marino costeras debido a la falta de fuentes hídricas y en cierto caso por la falta de apoyo gubernamental. Tradicionalmente, estas comunidades se han dedicado al aprovechamiento de los recursos marinos. Sin embargo, debido al crecimiento de la población también se ha incrementado la presión por agua y tierra aumentando los riesgos ambientales, siendo el caso del Monumento Natural Marino Archipiélago Cayos Cochinos. El MNMACC consta de dos islas boscosas y trece cayos coralinos. En dos de ellos habitan de manera permanente una comunidad garífuna, la comunidad de East End y el Cayo Chachahuate. Este Cayo se caracteriza por tener una alta carga de personas (31 viviendas en 0.43 Has), no cuenta con servicios básicos y además es el que recibe mayor número de visitantes al año. El propósito de este estudio fue desarrollar un análisis del entorno físico y biológico con el fin de encontrar alternativas de solución al problema de acceso a agua potable. Dentro del análisis se evaluaron las posibles fuentes hídricas en cuanto a cantidad y la calidad. Asimismo se hizo un análisis de la precipitación para determinar la oferta hídrica total en la zona. Para la determinación de demanda de agua se levantó encuestas. Los resultados del estudio no indican que la oferta de agua del pozo es suficiente para abastecer la demanda de los pobladores y visitantes de Chachahuate,  $14\text{m}^3/\text{día}$  versus una demanda actual de  $2.76\text{m}^3/\text{día}$ . Sin embargo la calidad de agua de este pozo presenta 144 NMP de E. Coli, aproximadamente 2420 NMP de coliformes totales y una alta turbidez haciendo esta agua inaceptable para consumo humano. Con base en esta información, las alternativas de solución fueron: Utilización del agua de pozo, con obras de mejora en la infraestructura del pozo; cosecha de agua lluvia, para aliviar la presión sobre el pozo; acarreo de agua desde la costa (Nueva Armenia); cambio de uso del Cayo, de asentamiento poblacional a centro de visita turístico y mantenimiento del "Status Quo". Resultando, luego de analizar a cada una de ellas bajo los criterio económicos, sociales y ambientales, la segunda opción las más apropiada de implementar.

**Palabras clave:** Alternativas, Calidad de agua, Demanda y Oferta hídrica



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Portadilla .....	ii
Autoría.....	iii
Página de Firmas .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimientos .....	vi
Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
Resumen .....	viii
Índice de contenido .....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	4
1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO .....	5
1.5 OBJETIVOS .....	6
1.5.1 General .....	6
1.5.2 Específicos.....	6
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
2.1 EL CICLO HIDROLÓGICO .....	7
2.2 FUENTES DE AGUA DULCE .....	8
2.3 EL BALANCE HÍDRICO .....	9
2.4 LA OFERTA EN ZONAS MARINO-COSTERAS .....	9
2.5 DEMANDA VERSUS OFERTA .....	9
2.6 LA CONTAMINACIÓN DE FUENTES DE AGUA DULCE .....	10
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
3.1 UBICACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	12
3.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA Y BIOFÍSICA DEL CAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA... 12	12
3.2.1 Distribución de la población.....	12
3.2.2 Origen y evolución de la ocupación de Cayos Cochinos .....	12
3.2.3 Actividades económicas más importantes.....	13
3.2.4 Situación social y ambiental.....	13

3.3	MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y FUENTES DE AGUA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA OFERTA Y CALIDAD HÍDRICA .....	13
3.3.1	Clima .....	13
3.3.2	Precipitación .....	13
3.3.3	Cantidad y calidad de agua.....	14
3.3.4	Planteamiento de alternativas de captación de agua.....	15
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
4.1	CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE CHACHAHUATE.....	16
4.1.1	Distribución de la población.....	16
4.1.2	Origen y evolución de la ocupación de Cayos Cochinos .....	16
4.1.3	Actividades económicas más importantes.....	17
4.1.4	Situación social.....	17
4.1.5	Situación ambiental .....	18
4.2	OFERTA HÍDRICA.....	18
4.3	DEMANDA DE AGUA .....	19
4.4	CALIDAD DE AGUA .....	21
4.4.1	Análisis bacteriológico .....	21
4.4.2	Parámetros fisicoquímicos.....	21
4.4.3	Parámetros fisicoquímicos y sustancias no deseadas .....	22
4.4.4	Parámetros para sustancias inorgánicas con significado para la salud.....	22
4.5	ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	23
4.5.1	Agua de pozo.....	23
4.5.2	Cosecha de agua lluvia .....	24
4.5.3	Acarreo de agua desde la costa (Nueva Armenia).....	24
4.5.4	Cambio de uso de la tierra en el Cayo Chachahuate .....	24
4.5.5	Matriz de ponderaciones.....	25
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>32</b>

**ÍNDICE DE CUADROS****Cuadro**

1. Demanda de agua potable actual por día y año para el Cayo Chachahuate .....20
2. Parámetros fisicoquímicos y sustancias no deseadas obtenidos mediante el análisis de agua potable del Cayo Mayor.....22
3. Parámetros para sustancias inorgánicas con significado para la salud obtenidos mediante el análisis de agua potable del Cayo Mayor .....23
4. Matriz de ponderaciones de las alternativas de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Chachahuate, Cayos Cochinos.....25

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

1. El Ciclo del Agua .....	7
2. Precipitación promedio mensual de la Isla de Roatán 1996- 2005 .....	19

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Parámetros Físicoquímicos.....	32
2. Mapa del Monumento Natural Marino Archipiélago Cayos Cochinos.....	32
3. Mapa Cayos Cochinos.....	33
4. Mapa del Cayo Chachahuate.....	34
5. Censo Poblacional 2006.....	35
6. Formato de Encuesta.....	41
7. Clave de Encuesta.....	44
8. Análisis de Precipitación de Roatán 1996-2005.....	46
9. Costos de la implementación de las alternativas de solución para el abastecimiento de agua en Cayo Chachahuate.....	46

# 1. INTRODUCCIÓN

La crisis de agua que actualmente se vive es la más grande que se ha visto en la historia, una de cada seis personas carece de agua potable y dos de cada seis personas carece de servicios de saneamiento (World Health Organization/UNICEF, 2004). Según expertos, la escasez del agua está marcada por la ineficiente administración y distribución, más que por la falta del recurso. Agua potable se define como aquella agua apta para el consumo humano y saneamiento como la colección, tratamiento y disposición de aguas servidas y sus residuos, incluyendo el manejo de letrinas y el vertido de otras sustancias que pudieran contaminar los acuíferos o las corrientes de aguas (Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras, 2006).

Aún cuando en los últimos 20 años la población mundial ha tomado mayor conciencia sobre el manejo del agua, todavía hay más de 1 billón de personas que no cuentan con los recursos necesarios para obtener agua (UNEP). El agua se está volviendo un recurso cada vez más escaso. Según las estadísticas recientes, para 2025, cerca de 230 millones de personas enfrentarán los efectos de la escasez de agua (Objetivos del Desarrollo del Milenio). Lo anterior se agrava debido al hecho que mientras la población mundial se triplica, el uso de agua se sextuplica.

El acceso a agua potable segura y saneamiento son cruciales para la salud humana, en especial para los sectores más vulnerables de la población, en este caso los niños. La falta de agua y saneamiento son la principal causa de enfermedades en los niños. Las enfermedades gastrointestinales son los principales padecimientos y principal causa de muerte entre las personas pobres de los países en vías de desarrollo. De acuerdo a WHO, 1.6 millones de niños que mueren anualmente se atribuyen al agua insalubre, pobre saneamiento y falta de higiene.

La crisis del agua también tiene connotaciones locales y regionales, por ejemplo la carencia de servicios de agua potable y saneamiento son mayores en las comunidades marino costeras. Estas comunidades se han dedicado toda la vida a las actividades relacionadas con los recursos marinos, ya sea para su alimentación, para la comercialización o venta de servicios como el turismo.

Dado el crecimiento de la población en zonas costeras la presión por agua y tierra también generan otro tipo de presiones y riesgos en los recursos acuíferos. Las principales causas de la pérdida de biodiversidad son la sobreexplotación, contaminación terrestre y marítima, falta de regulaciones en cuanto a desarrollo de construcciones, turismo no regulado, introducción de especies extrañas y el cambio de clima con el blanqueamiento del coral y los incrementos en los niveles de mar. Lo anterior ha inducido a la aprobación

de nuevos mecanismos para asegurar la calidad de estos ecosistemas, como es la creación de parques y las áreas marino-costeras protegidas. Las entidades encargadas del manejo de estas áreas deben velar por la conservación de la biodiversidad y a la vez, establecer el manejo del área. Para su efectivo manejo, estas entidades deben tomar en cuenta todas las necesidades de los que usan y dependen del mar. Al incorporar una buena parte de los actores locales en la toma de decisiones para el manejo y a la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos marino costeros, los restantes actores, que alegan que el uso de los recursos es su única salida, tienden a generar conflictos internos a los cuales el plan de manejo tiene que enfocarse.

Desde tiempos ancestrales, las poblaciones asentadas en zonas marino-costeras han considerado el océano como un recurso infinito, del cual es posible usar los recursos sin límites y en muchos casos sin control. A medida que un mayor número de personas dependen del océano como principal forma de vida, los conflictos aumentaron. Intereses ambientalistas e intereses económicos chocaron al verse afectadas sus respectivas ganancias. En los conflictos marino-costeros, las islas son un caso especial. Las islas son pedazos de tierra con un ambiente marino-costero aislado, usualmente presentan un muy alto nivel de biodiversidad y compuesta de especies endémicas, pero a su vez enfrentan una inmensa presión sobre estos recursos. Existen muchos lugares alrededor del mundo que presentan este tipo de problemas. Por ejemplo el archipiélago de Comores que cuenta con una diversidad de arrecifes coralinos y bosque tropical. La biodiversidad de Comores es de suma importancia a nivel mundial ya que en ella están varias especies endémicas que se creían estar extintas. En años recientes, Comores ha experimentado una tensión por el incremento en la población y el agotamiento de los hábitats de animales y plantas en las islas. Es por esto que el gobierno ha creado un programa de recuperación de hábitat enlazando tanto los intereses ambientales como los comunales y de gobierno, dando un resultado aceptado por las tres partes.

Existen otros ejemplos no tan gratos en todos los continentes del mundo, por ejemplo en el continente asiático se encuentra Sri Lanka que después de haber explotado al máximo la costa este, la orilla de la playa está completamente erosionada causando que los árboles y palmas se caigan al mar. Después de haber perdido los arrecifes, la arena es lavada hacia el mar sofocando las aguas salinas y la vida acuática. Los isleños después de haber visto esta destrucción es que decidieron tomar medidas al respecto. Al igual en Florida e Indonesia la sedimentación ha matado casi por completo la vida acuática de la zona. La descarga de aguas residuales cerca de los arrecifes ha matado los corales de las Islas Vírgenes y parte de Hawaii. Otro factor destructivo que muchas veces no es visto es el turismo. De acuerdo con la Coral Reef Alliance, los turistas al visitar estas áreas practican “snorkel” o buceo y muchas veces se paran sobre el coral, caminan en las partes bajas del arrecife o bien extraen el recurso. Estas actividades humanas son muy dañinas para el coral y muchas veces ocasionan alteraciones a largo período en sus comunidades.

Anteriormente la conservación de los recursos marino costeros se planeaba y realizaba de forma centralizada. Ahora se ha visto que tomar las decisiones en conjunto con los habitantes del lugar trae mejores resultados. El empoderar a los habitantes del lugar para trabajar en conjunto, en lugar de mandar a los pobladores resultará siempre mejor (Clark, 1998). Teniendo claro que los grupos interesados (las instituciones encargadas de

conservar las áreas protegidas, el gobierno y los habitantes de la zona) deben trabajar de la mano, se debe realizar un programa de manejo y monitoreo en el que se establecen las actividades de conservación y se determina los límites de extracción y uso de los recursos costeros.

## **1.1 ANTECEDENTES**

El Monumento Natural Marino Archipiélago Cayos Cochinos (MNMACC) está bajo la jurisdicción del municipio de Roatán (Plan de manejo del MNMACC, Honduras 2004-2009). Tiene una superficie de 485,337 km<sup>2</sup>, que abarca todo el archipiélago y cinco millas náuticas alrededor del mismo. Forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, el segundo más grande del mundo, el cual se extiende desde las Islas de la Bahía hasta la península de Yucatán en México. El archipiélago Cayos Cochinos se encuentra dentro de la Subregión de la Costa Norte de Honduras, que se definen por los Ríos Patuca y Ulúa, incluyendo las Islas de la Bahía (Kramer y Kramer, 2002). El archipiélago consta de dos islas boscosas (Cayo Mayor o Grande y Cayo Menor o Pequeño), trece cayos de origen coralino (Cayo Chachahuate, Chachahuate 2, Cordero, Redondo, Balfate, Largo Arriba, Largo Abajo, Bolaños, Timón, Culebra, Gallo, Arena y Paloma) y otros hábitat marinos (Anexo 2 y 3).

Desde la década de los 90's, algunos individuos, organizaciones y en especial el propietario de Cayo Mayor (Stephan Schmidheiny), se interesaron por la conservación de los Cayos Cochinos. Es por eso que a inicios de 1993 un grupo de empresarios hondureños decidieron asociarse con la fundación suiza AVINA MANAGEMENT LTD. para formar la Sociedad de Inversiones Ecológicas S.A. (SIEC) con el fin de adquirir mobiliario para crear una estación científica y un programa de conservación. SIEC también compró Cayo Menor, Cayo Paloma, Cayo Bolaños, Cayo Gallo y una hectárea de Cayo Mayor. Esto motivó a que en noviembre del mismo año, se creara el área natural protegida y la Comisión para la Protección, Restauración y Manejo Sostenible del Área Natural Protegida Cayos Cochinos, mediante el diálogo entre SIEC y el Gobierno hondureño. Al ver que una comisión no era suficiente para el correcto manejo del lugar, en 1994 se crea la Fundación Hondureña para la Protección y Conservación de las Cayos Cochinos (HCRF, por sus siglas en inglés). Esta Fundación es creada para administrar la estación y establecer medidas de conservación y manejo para el área protegida.

La HCRF a través de estos años ha jugado el papel de administrador, protector y coordinador de investigaciones con numerosos entes académicos y ha recibido apoyo de organizaciones internacionales como World Wildlife Fund (WWF). También, ha realizado una labor de integración entre las instituciones, organizaciones y comunidades involucradas con el MNMACC, para así contribuir a la conservación y manejo del área. Ha identificado a líderes comunales para que funjan como enlaces y difusores de las negociaciones y acuerdos establecidos con la HCRF. Las comunidades con las que la HCRF trabaja son East End y Chachahuate en el archipiélago y Nueva Armenia, Río Esteban y Sambo Creek en la costa. De estas comunidades se ha identificado a la comunidad de Chachahuate como el cayo que presenta las condiciones más críticas de todas las comunidades usuarias de Cayos Cochinos.



El Cayo es sumamente pequeño, pero presenta una alta densidad de viviendas y poblacional. Se encuentra aproximadamente a 19 km. de tierra firme. Su ubicación hace que el acceso a servicios públicos básicos sea muy difícil y costoso; las comunidades más cercanas son Roatán a 39 Km. y Nueva Armenia a 18.53 Km. (Plan de Manejo del MNMACC 2004-2009). Dentro del Cayo no existen servicios médicos, energía eléctrica, servicio telefónico, ni agua potable. Su tamaño es de aproximadamente 0.43 Hectáreas y su población oscila entre 100 habitantes en temporada baja a 200 habitantes en temporada alta. Todos estos factores de ubicación geográfica, tamaño del cayo y sobrepoblación, aunados a la ausencia de servicios públicos como el agua potable hacen que el cayo Chachahuate presente las condiciones de vida más críticas del archipiélago (Anexo 4).

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En los Cayos Cochinos se presentan tormentas tropicales, que afectan la conservación de los recursos naturales. Estos fenómenos impactan en la salud del ecosistema generando el blanqueamiento del coral y proliferación de enfermedades del hábitat. También, existen factores socioeconómicos que están acelerando el proceso de destrucción de la zona. Por ejemplo, la pesca artesanal y sobrepesca han ocasionado una disminución en el número y tamaño de peces, moluscos y crustáceos. La sobrepoblación humana del Cayo Chachahuate, está ligada al rápido y desordenado crecimiento turístico, el cual se puede convertir en una amenaza si no se regula adecuadamente.

En los últimos años, se ha visto el incremento del turismo como una alternativa para generar ingresos a las familias. Sin embargo, esta actividad se ve truncada dada las condiciones de agua y saneamiento del Cayo. La disponibilidad de agua potable es escasa tanto para los pobladores como para los turistas. Así mismo, el manejo de los desechos fisiológicos es inadecuado para brindar el servicio de turismo. En el aspecto ambiental, se ha observado una erosión genética en animales como en aves, boas y otros reptiles por la falta de agua y contaminación ambiental en el cayo (Plan de Manejo del MNMACC 2004-2009). Es por esto que las consecuencias de la expansión del turismo y la sobrepoblación deben ser controlados con el fin de mantener la salud del hábitat natural.

El presente estudio hizo un análisis de la problemática de abastecimiento de agua que presenta el cayo y los pobladores. Este incluyó la elaboración de un censo poblacional, el levantamiento de mapas con SIG, así como un análisis de fuentes de agua tanto en calidad como en cantidad. Finalmente se proponen alternativas para solucionar los problemas antes mencionados.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El turismo se ha incrementado en los últimos años, en el Cayo Chachahuate, por lo tanto hay un mayor número de visitantes en el año. Gracias a esto se han hecho varios estudios en el área, entre los cuales se destacan: “Turismo en Cayos Cochinos: Una Alternativa Económicamente Viable para los Garífunas”, “El Impacto Económico del Turismo Científico en Honduras: Estudio de Caso de Cayos Cochinos y Parque Nacional Cuzuco”,

“Turismo y Punta: Análisis del Cambio Cultural de los Garífunas en Las Islas de la Bahía, Honduras”, “Plan de manejo del Monumento Natural Marino Archipiélago Cayos Cochinos, Honduras” y “Aspectos Socioeconómicos y Culturales del Plan de Manejo de la Reserva Marina de Cayos Cochinos”. Sin embargo, solamente en uno de los anteriores estudios (el Plan de Manejo) se toca el problema de agua. En este estudio se sentarán las bases para buscar alternativas de solución a los problemas de agua para la comunidad de Chachahuate y así contribuir a mejorar las condiciones de vida de los pobladores y garantizar el manejo de los recursos físicos y biológicos del Cayo, tomando como base que este Cayo es el que más contaminación trae al monumento.

#### **1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO**

Los límites del estudio restringieron poder ampliar más en el tema de investigación. Este estudio tuvo como límite físico el Cayo Chachahuate. El total de área a estudiar es de 0.43 Ha (Plan de Manejo del MNMACC 2004-2009). La población que se estudió oscila entre 100 y 200 habitantes aproximadamente y los visitantes del Cayo. Con respecto al límite de tiempo para la toma de datos del estudio se efectuó entre los meses de febrero y abril.

En cuanto a las limitantes logísticas se cuenta con el inconveniente de la dificultad de acceso. La única manera de llegar es vía marítima, lo que trajo dos limitantes más: Financiamiento para realizar estos viajes y las condiciones climáticas presentes. El financiamiento para realizar estos viajes se obtuvo de parte de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente y la Fundación Hondureña para la protección y conservación de Cayos Cochinos. La documentación que se encuentra está disponible para ser utilizada y la que no se encontró, se generó. La parte logística como ser la de organizar reuniones con las personas de la comunidad fue apoyada por la Fundación Cayos Cochinos.

El alcance del estudio es el de generar una base de datos que servirá para sentar las bases para plantear la solución o soluciones para el problema de agua potable.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 General**

Contribuir a mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la comunidad del Cayo Chachahuaté y su hábitat natural, mediante el análisis del entorno físico y biológico del área y la propuesta de alternativas de solución.

### **1.5.2 Específicos**

Determinar la oferta hídrica y calidad de agua de la fuente de agua principal que emplea la comunidad.

Determinar la demanda hídrica a través de un estudio de las condiciones socioeconómicas de los usuarios.

Plantear alternativas para solucionar el problema de abastecimiento de agua potable de la comunidad.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 EL CICLO HIDROLÓGICO

Ciclo hidrológico se refiere al proceso de circulación constante del agua. Cómo una gota de agua se evapora del océano y cómo vuelve al océano, todo esto después de haber pasado por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y agua subterránea. El concepto se basa no sólo en el continuo movimiento de las partículas, si no también en el cambio de sus distintos estados (gaseoso, líquido y sólido) ocasionado principalmente por las energía solar y la fuerza gravitacional. El agua que se pierde en la superficie, se dirige hacia la atmósfera, ya sea por evaporación de la superficie de los lagos, ríos y océanos o a través de la evapotranspiración de las plantas. Forma nubes que, al condensarse, depositan en la tierra y el mar esta agua. El agua que recoge la tierra fluye hacia el océano por las corrientes del aguay se infiltra en el interior de la tierra para constituir el agua subterránea. Incluso el agua subterránea fluye hacia los océanos (Manual del Agua Potable, 2000).

Para el posterior uso del agua como recurso es preciso conocer no sólo el volumen total de aportaciones que se introducen en este ciclo (precipitaciones) sino la importancia relativa de cada fase (relaciones entre lluvias y evaporación, entre los caudales subterráneos y los superficiales) y las características físico-químicas del agua en cada momento del ciclo (estado sólido o líquido, salinidad, etc.).



Fuente: USGS

Figura 1. El Ciclo del Agua

## 2.2 FUENTES DE AGUA DULCE

Tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua; sin embargo, el agua dulce, que es necesaria para la mayoría de los seres vivos, incluidas las personas, es muy escasa y representa solamente el 1% del total de agua en el planeta, el resto es salada (96%) o está congelada (3%). Se entiende por agua salada el agua que contiene cierta cantidad de sales. En otras palabras, la conductividad es más alta y cuando es bebida se detecta que es mucho más salada. El agua salada no satisface la demanda de agua potable, porque el exceso de sal extrae el agua de los cuerpos de los seres humanos exponiéndolos a deshidratación. Mientras el agua dulce es el agua con una concentración de sal disuelta de menos del 1% (Lenntech, 2004). Además del problema de escasez, existe el problema de inequidad en la distribución del agua, hay zonas donde es muy abundante y otras donde es un bien extremadamente escaso. En el sitio de estudio, como en toda el área insular y costera, la disponibilidad de agua dulce es limitada.

De acuerdo con Lenntech (2004), existen dos depósitos de agua dulce en la Tierra, las aguas superficiales estables como lagos, posas y humedales y el agua que fluye tales como corrientes y ríos. Estas aguas cubren una parte de la superficie de la tierra muy pequeña, y sus localizaciones están sin relación al clima. Aún cuando solamente 1% del agua en el planeta es dulce, el 41% de las especies de peces conocidas habitan en este tipo de aguas. Los cuerpos de agua dulce generalmente están conectadas entre sí o a tierra firme; por lo tanto a menudo están amenazadas por una entrada constante de materia orgánica, de nutrientes inorgánicos y de agentes contaminantes.

Existen aguas subterráneas que se pueden utilizar. En el pasado se creía que el agua subterránea solamente era agua del mar y que perdía su salinidad al filtrarse a través de las rocas, hoy en día se sabe que el agua subterránea es agua infiltrada de la lluvia. Existen acuíferos, que son la diferencia entre el agua precipitada y el agua que escurre hacia los ríos y es depositada sobre una capa impermeable bajo el suelo. Manantiales son las salidas naturales de las agua subterráneas, a la superficie (FAO, 1984). Estos son flujos de aguas permanentes e intermitentes que surgen del interior de la tierra que se origina de la infiltración del agua lluvia que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud. Pueden ser temporales o permanentes. Pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, lagunas o lagos. El agua de manantial puede ser recogido del manantial mismo o mediante una perforación que aproveche la formación subterránea (FAO, 1998).

También existen otras alternativas para abastecer con agua dulce a zonas con marcada escasez en las fuentes de agua terrestres como la recolección de agua lluvia. Esta alternativa ha funcionado muy bien en lugares remotos donde no tienen ríos o lagos, pero se debe tomar en cuenta que la precipitación y los costos de implementar este sistema varían de lugar a lugar.

Aunque hay estrategias para aumentar el abastecimiento de agua, como la desalinización de agua de mar o el transporte de grandes volúmenes por acueductos, no sólo son complicadas y caras, sino que es probable que su costo ecológico y político sea demasiado alto (Conway, 2006).

### **2.3 EL BALANCE HÍDRICO**

El balance hídrico es el cálculo entre las entradas, salidas y almacenamiento de agua dentro del ciclo hidrológico. La información obtenida en la determinación del balance hídrico es de gran utilidad en muchos campos de la investigación. La información sobre el déficit de agua y la cantidad por la cual la precipitación no alcanza a cubrir las necesidades de humedad del suelo, es fundamental en todo estudio hidrológico.

Las aportaciones de agua se efectúan gracias a las precipitaciones. Las pérdidas se deben esencialmente a la combinación de la evaporación y la transpiración de las plantas, lo cual se designa bajo el término evapotranspiración. Al ser estas dos magnitudes físicamente homogéneas, se pueden comparar calculando, ya sea su diferencia (precipitaciones menos evaporación), o su relación (precipitaciones sobre evaporación). Se elige una u otra expresión en función de comodidades o de obstáculos diversos. El escurrimiento a partir de una unidad de superficie se contará en las pérdidas. La infiltración se considera como una puesta en reserva bajo forma de acuíferos o de agua capilar en el suelo (Hypogéo, 2004).

### **2.4 LA OFERTA EN ZONAS MARINO-COSTERAS**

Oferta hídrica es el resultante de la precipitación promedio. Será la suma de la cantidad de lluvia en cada una de las cuencas que componen las regiones del país. Sin embargo, no toda la oferta potencial es aprovechada, se debe restar el retorno a la atmósfera (Evapotranspiración, infiltración y percolación, la recarga acuífera, aprovechamiento de ecosistemas), además del factor calidad, como una externalidad que afecta la oferta neta.

El capital hídrico de la mayoría de los países que conforman la región centroamericana es superior al de muchos países económicamente más desarrollados, poniendo así a esta región en una ventaja a nivel mundial con respecto al recurso hídrico. Al parecer, no se justificaría entonces que en la región se hable de problemas de oferta de agua, sobre todo cuando se observa a simple vista la exuberante riqueza biológica de Centroamérica, la cual es en gran medida, una respuesta a su abundancia hídrica. La población Centroamericana, aproximada a los 35 millones de habitantes y creciendo a una tasa promedio del 2.4% anual, produce un incremento sostenido en la demanda de recursos hídricos y sus servicios asociados entre ellos: hidroelectricidad, agua potable para servicio doméstico y turismo, riego para producción de alimentos, entre otros (Campos y Lucke, 2001).

### **2.5 DEMANDA VERSUS OFERTA**

Teniendo entendido que demanda es la cantidad del recurso hídrico que las personas requieren para cubrir sus necesidades básicas y la oferta la cantidad disponible para satisfacer estas necesidades, la manera más barata y eficiente de aumentar la oferta de agua dulce es manejando la demanda: reduciendo el despilfarro y dándole más usos a cada gota para aumentar su eficacia (Santamarta, 2005).

## 2.6 LA CONTAMINACIÓN DE FUENTES DE AGUA DULCE

El ciclo hidrológico ha sido por excelencia el purificador natural del agua. Por sus propiedades de regeneración y su aparente abundancia, hace que el agua sea el vertedero habitual de los residuos producidos por actividad humana (Quiroz, J. 1997).

Calidad de agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua en sus diferentes niveles del sistema terrestre. La importancia de ésta es para definir sus usos como el agua potable, de riego, recreación, acuicultura y otros (Mora, Portugués y Brenes, 2002). Al igual que la importancia, los parámetros estudiados dependerán exclusivamente del uso que se le dé al agua. Existen parámetros bacteriológicos, químicos y físicos y el método de análisis se fijarán una vez fijado el objetivo del estudio. El análisis bacteriológico tiene como principal objetivo determinar la posibilidad de las enfermedades de transmisión hídrica. Con ella se define si las aguas son adecuadas para los usos designados, los contaminantes específicos y sus orígenes y tendencias.

Los coliformes totales y *Escherichia Coli* son grupos de bacterias que son utilizadas generalmente como indicadores de contaminación en agua y alimentos. Comúnmente se ha considerado a los coliformes totales como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano dado que en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

La calidad del agua en zonas costeras e islas es alterada por el incremento de los desechos propios de las actividades humanas. Estas zonas tropicales son sometidas a las presiones que representan su desarrollo económico, por el crecimiento de la densidad de la población y el aumento del vertido de desechos. El subsuelo de estas áreas es un sistema de carbonato de calcio que favorece la infiltración del agua y de contaminantes al acuífero

La contaminación de las aguas superficiales, es definida como la incorporación de elementos extraños (de naturaleza física, química o biológica), los cuales hacen inútil o riesgoso su uso (para beber, vida acuática, recreación, riego, en industria, energía, transporte). Esta contaminación es más marcada en zonas costeras dada su ubicación geográfica y la explotación que se le da al suelo. Cuando las características del agua están alteradas de tal modo que la hace total o parcialmente inadecuada para el uso al que es destinada, se considera agua contaminada (Consejo Nacional del Ambiente, 2001).

La contaminación del agua por acción del hombre, comenzó a partir del desarrollo de las ciudades. La preocupación inicial del hombre era por su salud en relación con los residuos orgánicos, expresada con baños alejados del resto de las casas, en canales abiertos en las calles, y finalmente en drenajes. El sistema de drenajes que conducía el agua servida a letrinas, fue posteriormente reemplazado por vertidos hacia ríos importantes o hacia el mar. Esta situación se agravó por el desarrollo industrial y el uso de las masas de agua como depósitos de residuos.

Distintas actuaciones tienen que ver con la contaminación de las aguas superficiales. La contaminación por industrias, la erosión, la deforestación, el desarrollo agrícola con uso de agroquímicos, derrames o vertidos por la industria petrolera son algunas de las fuentes de contaminación que se encuentran tanto en la parte de recarga como la de descarga de una cuenca. Los pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos se encuentran en cantidades mayores o menores al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El estudio se realizó en el Cayo Chachahuate, Cayos Cochinos, a 39.95 Km de la ciudad de La Ceiba. El MNMACC está situado en la costa norte de Honduras (15° 57'N- 86° 29'O) bajo la jurisdicción de Roatán, municipio de Islas de la Bahía. (Anexo #2)

Los Cayos Cochinos, como se dijo anteriormente, constan de dos islas boscosas y trece cayos coralinos. Casi todos los cayos están habitados; sin embargo, sólo dos de ellos sostienen casi permanentemente una comunidad garífuna. La comunidad de East End está ubicada en Cayo Mayor y la comunidad de Chachahuate está ubicada en el cayo del mismo nombre. El primero de ellos cuenta con servicios básicos, como ser de letrinización, fuentes de agua dulce, recolección de desechos y una escuela. El segundo no cuenta con estos servicios y por lo tanto la población vive en constante riesgo a la salud y sus actividades presentan una amenaza a la sostenibilidad ambiental. Este cayo tiene una alta densidad poblacional ya que en 0.43 Hectáreas existen 31 viviendas habitadas.

#### **3.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA Y BIOFÍSICA DEL CAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA**

##### **3.2.1 Distribución de la población**

Para recolectar características demográficas se realizó un censo poblacional en el cual se tomaron en cuenta variables como etnia, idioma, religión y educación. Se levantó una encuesta en cada casa habitada, siendo al final un total de 31 encuestas. Luego de haber levantado las encuestas se calcularon promedios de los encuestados para cada una de las variables.

##### **3.2.2 Origen y evolución de la ocupación de Cayos Cochinos**

En la obtención de la información necesaria para definir el origen de la población del Cayo y analizar la evolución que esta población ha tenido en la historia del mismo, se utilizó la encuesta en el levantamiento del censo. También en charlas sostenidas con los pobladores de más edad en el Cayo, al igual que se utilizó la información planteada en el Plan de Manejo del MNMACC. Con ayuda de la composición familiar se averiguó el

tamaño de las familias, así como el tiempo que tienen de vivir ahí. Estableciendo este tiempo de estancia se podrá determinar sobre la evolución del problema del agua a través del tiempo. Así como hábitos que pueden influir en la salud de los habitantes.

### **3.2.3 Actividades económicas más importantes**

Para determinar las actividades económicas más importantes que tienen los pobladores se encuestaron a todos los jefes de familia que habitan el Cayo, también se realizaron entrevistas a las amas de casa en las cuales ellas manifestaron las actividades complementarias que realizan para apoyar en la economía del hogar. A los encuestados se les interrogó sobre sus actividades económicas primarias y secundarias. Por la falta de información sobre la variable de ingresos familiares se utilizaron datos del estudio ENCOVI de 2004, en el cual se determinaban los ingresos de las familias hondureñas de acuerdo a su ubicación geográfica y a su actividad económica.

### **3.2.4 Situación social y ambiental**

Para analizar la situación social se tuvieron fuentes de información primaria, como ser datos arrojados por las encuestas y entrevistas levantadas, al igual que en pláticas sostenidas con algunos habitantes del Cayo. Hubo interrogantes dentro de la encuesta en las cuáles se tocaba el tema de gestión comunitaria, esto para analizar cómo la comunidad está organizada para manejar el agua.

## **3.3 MEDICIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y FUENTES DE AGUA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA OFERTA Y CALIDAD HÍDRICA**

### **3.3.1 Clima**

Para la determinación del clima y ecología del sitio, se utilizaron datos del Plan de Manejo para las Cuencas Prioritarias de Roatán y Guanaja del año 2000. Esto debido a que el comportamiento de la temperatura a lo largo del año y en el transcurso de varios años es bastante similar a Roatán. Lo anterior puede afirmarse porque ambas son islas oceánicas influenciadas por los mismos vientos, los Alisios del NE. Se sacó un promedio mensual de los años de 1990 a 1998.

### **3.3.2 Precipitación**

Para la medición de cantidad de lluvia que cae en el año, se hizo uso de los datos proporcionados por el Departamento de Climatología de Honduras de los últimos 10 años de la isla de Roatán. Se utilizaron los datos de Roatán por ser la estación meteorológica más cercana y con las condiciones más parecidas a los Cayos Cochinos. Con los datos anteriores se hizo un análisis del promedio mensual y anual de estos años para determinar

la oferta total de agua. Se utilizó el registro del año 2005 de la Estación Científica de la HCRF por ser el único año en el que se presentan datos completos. Teniendo esta información se pudo determinar qué período del año se debe recolectar agua y cuánta agua se debe almacenar para abastecer de agua a la comunidad en el período de lluvia.

### **3.3.3 Cantidad y calidad de agua**

En la determinación de la oferta hídrica y demanda hídrica se midieron las variables de cantidad y calidad de agua. La principal fuente de agua para los pobladores es un pozo ubicado en Cayo Mayor, conocido con el nombre de La Ensenada. Para determinar la calidad de agua del pozo, se tomó una muestra de agua y se envió al laboratorio para su respectivo análisis. Los parámetros de calidad que se evaluaron son coliformes totales, coliformes fecales, metales pesados, dureza, turbidez, pH, conductividad eléctrica, químicos y sustancias no deseadas. El muestreo se realizó una sola vez en el mes de marzo debido a los costos que implica realizar análisis de agua en islas y también porque la calidad del agua no cambia según su ubicación y estado del pozo.

A pesar de la dificultad de medir caudales en pozos, se hizo una estimación de la oferta hídrica para lo cual se procedió a tomar las medias de pozo (ancho x largo x altura del agua). Teniendo el área total del pozo y el cambio de profundidad del agua por unidad de tiempo, se pudo medir el volumen máximo que el pozo puede producir por hora y por día. Los pobladores proveyeron información respecto al tiempo en que el pozo recupera su volumen después de haberse vaciado durante la limpieza del mismo.

La calidad de agua es medida para determinar si el agua es potable, es decir si se puede consumir por las personas y que estas puedan usarla con seguridad para beber, cocinar, lavar y otros usos domésticos. La importancia del análisis de calidad del agua es para determinar el nivel de materiales tóxicos indeseables o contaminantes orgánicos y así definir un tratamiento que asegure que el agua cumpla con las normas técnicas para abastecimiento de agua potable. Todo este esfuerzo es para prevenir enfermedades de transmisión hídrica o gastrointestinales. Para medir variables estéticas u organolépticas del agua, así como su frecuencia y modo de recolección, se utilizó la herramienta de encuesta (Anexo 5 y 6). En la cual se analizaron variables como:

- Fuentes de abastecimiento de agua: estas variables tienen el fin de mostrar el actual uso del recurso agua. Con estas variables se determinará la frecuencia con que las personas recolectan el agua, cómo la acarrearán y quiénes son los responsables de estas actividades.
- Satisfacción del usuario: de esta manera se encontrará la apreciación que tienen las personas del recurso que poseen. Se analizaron algunas características organolépticas del agua que no se estudiaron en el laboratorio.
- Salud y educación sanitaria: estas variables determinarán el modo de almacenamiento del agua, medidas higiénicas y modo de elaboración de los alimentos con el fin de determinar los posibles focos de contaminación dentro del hogar.

### **3.3.4 Planteamiento de alternativas de captación de agua**

Con la información levantada y la existente, se llevó a cabo el análisis de los problemas de la comunidad incluyendo el sistema de recolección y abastecimiento de agua potable que beneficie a la comunidad. Este análisis señala cuáles fuentes son las más apropiadas. Así mismo, determina la manera más eficiente de almacenar el agua y la forma de distribuirla de tal manera que la población cuente con por lo menos la cantidad mínima de este líquido durante todo el año. Teniendo los datos socioeconómicos y los datos de las fuentes de agua se analizaron en conjunto estos datos para poder plantear la(s) alternativa(s) para tratar de solucionar el problema de abastecimiento de agua potable y el manejo ambiental de la isla. Las alternativas que se analizaron fueron las de recolección y almacenamiento de agua lluvia, recolección de agua del pozo La Ensenada y acarrear agua desde las comunidades del litoral, así como el cambio de uso del suelo del Cayo.

Estas cuatro alternativas fueron posteriormente analizadas dentro de una matriz de ponderaciones en la cual se analizaron contra tres criterios para determinar cuál de ellas es la más viable. Los criterios escogidos fueron el económico, ambiental y social debido a que cualquier acción que se tome se verá reflejada en ellos. Para colocar una puntuación a cada alternativa con respecto a cada criterio, se estableció una escala de uno a siete, siendo uno el valor para las condiciones menos favorables y siete el valor más favorable. Se escogieron los números impares entre esos dos números para evitar futuras complicaciones en la suma y no tener calificaciones repetidas.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE CHACHAHUATE**

La caracterización de las variables socioeconómicas se realizó en conjunto con el Estudio Socioeconómico de las Comunidades de la Zona de Influencia de Cayos Cochinos realizado por las estudiantes de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente Alejandra Ramírez, Andrea Macz y Sarahí Núñez con el auspicio de la WWF y la HCRF. Como parte de este levantamiento de información, se aplicó una encuesta a cada hogar, en total 31 encuestas. La información obtenida muestra que la población de Chachahuate es homogénea tanto en ocupación, como en número de personas por familia, religión y educación (Anexo 5).

#### **4.1.1 Distribución de la población**

La composición demográfica del Cayo es predominantemente garífuna con 73% y solamente 27% de ladinos o mestizos. Dado que las comunidades garífunas han coexistido con la pesca por siglos, la mezcla de grupos ladinos presume otro tipo de amenazas y conflictos que a medida la población crece tienden a profundizar las diferencias sobre la explotación de los recursos marino-costeros. Todas las personas hablan español y el 81% habla garífuna también. En cuanto a religión que profesan, el 55% son católicos, mientras que un 7% son evangélicos y un 7% que no practica ninguna religión. La ocupación de estas personas se basa en la pesca, ya que el 100% de los hombres se dedica a la pesca y las mujeres a la venta del mismo.

#### **4.1.2 Origen y evolución de la ocupación de Cayos Cochinos**

Los habitantes de Chachahuate son originarios de la comunidad costera de Nueva Armenia. Estos habitantes se han dedicado a la pesca desde su arribo al país en 1797 (Centeno, 2001). Dado que la pesca es la principal actividad económica, la sobreexplotación de estos recursos (peces, camarón, caracol y langostas, principalmente) es evidente, lo cual los ha inducido a buscar sitios más lejanos incrementando su dependencia en el Cayo como sitio para pernoctar.

Dado que las condiciones de vida en tierra firme (Nueva Armenia) eran precarias, esto incentivó a trasladarse al Cayo y construir champas similares a las que poseían en la costa. Lo anterior les permitió habitar por un tiempo más prolongado del

acostumbrado en el Cayo. El número de champas construidas asciende a 45 champas en las cuales actualmente viven 31 familias en este Cayo con aproximadamente 138 pobladores.

#### **4.1.3 Actividades económicas más importantes**

Los habitantes de este pequeño Cayo tienen como principal fuente económica la pesca artesanal. Mientras los hombres realizan diariamente las actividades de pesca en alta mar, las mujeres se dedican a las actividades del hogar primordialmente y a actividades económicas como la venta de comida y artesanías. El producto recolectado es principalmente pescado y langostas, el primero lo destinan para el consumo familiar mientras que el segundo para la venta a visitantes del Cayo. Parte del producto también es comercializado dentro del Cayo con intermediarios que luego venderán este pescado en la región litoral del país.

A pesar, de que la pesca los ha sostenido durante varias décadas, actualmente se ha visto disminuido el número y tamaño de los peces. Por lo tanto, las cosechas se han disminuido y no es suficiente para satisfacer las necesidades del hogar ni para la venta. Es por ello que los habitantes, en especial las mujeres, han visto en el turismo una alternativa de ingresos económicos. Las mujeres se dedican a la venta de comida a base de pescado y plátano, artesanías y hospedaje a los visitantes. Los hombres han comenzado a extraer coral y otros recursos para la elaboración de artesanías, provocando así una amenaza adicional a la destrucción al arrecife. Se presume que las actividades de turismo no se regulan, provocarán un acelerado deterioro del arrecife coralino.

Luego del análisis de las encuestas levantadas por el Banco Mundial, se determinó que el ingreso de las familias más pobres del área insular caribeña de Honduras es de \$42.00 mensual (cambio de moneda a 19 Lps./ \$).

#### **4.1.4 Situación social**

En la parte social se encontró que la comunidad de Chachahuaté no está organizada en patronato comunal. Tampoco están constituidos en otro tipo de organizaciones que comúnmente se encuentran en las comunidades rurales de Honduras, como ser: Junta Directiva, Junta de Agua, Grupo de Pescadores, Asociación de padres de familia o cualquier otro tipo de organización. Sin embargo, algunos pescadores pertenecen al Grupo de Pescadores de Nueva Armenia solamente. Dada la importancia de los líderes en cada comunidad, la HCRF y voluntarios del Cuerpo de Paz han brindado asistencia técnica para conformar una Junta Directiva Comunitaria y así poder facilitar el proceso de toma de decisiones del manejo del área, en un espacio de transparencia y diálogo.

En pláticas con algunos residentes comunitarios se dijo que hubo una etapa en la que existían fuertes roces y desacuerdos entre las instituciones reguladoras (Fundación Cayos Cochinos) y los comunitarios. Luego de esto la HCRF mostró una actitud más abierta y

horizontal que ha venido generando un progresivo proceso de confianza, lo cual ha venido a incidir en una serie de acuerdos entre los comunitarios y la institución.

#### **4.1.5 Situación ambiental**

El Cayo Chachahuate es parte del Monumento Natural Marino, lo cual implica que todas las actividades que se realizan dentro y en sus alrededores están reguladas por un ente dedicado a la protección del área, en este caso por la HCRF y el Estado de Honduras. Lo anterior ha tenido impactos positivos en el ambiente natural. La vegetación presente del Cayo es nativa del lugar y por ley no se puede extraer del Cayo o introducir especies extrañas. A pesar de estar amparado bajo la Ley Nacional de Áreas Protegidas, las condiciones de la vegetación no son las esperadas. La única vegetación que existe en el Cayo es la presencia de pocas palmas que se han disminuidas por efectos de fenómenos naturales y por el efecto de la competencia por espacio con la población establecida en el Cayo. Los recursos marinos, como los corales, sufrieron de blanqueamiento en el año de 1998, presentando las tasa más altas de propagación de enfermedades y mortalidad de corales para el SAM (Kramer y Kramer, 2000).

#### **4.2 OFERTA HÍDRICA**

Dado que los registros de la Estación Científica de Cayo Menor, manejada por la Fundación Cayos Cochinos, no eran completos se decidió utilizar los datos proporcionados por la estación meteorológica de Roatán. Roatán presenta características similares a las del Cayo Chachahuate, como ser una comunidad insular y estar ubicada en la costa caribeña del país de Honduras, lo cual permite asumir que la precipitación es muy parecida entre estas dos comunidades insulares. Se hizo un promedio de las medias mensuales para determinar tanto la precipitación promedio así como definir el período de lluvia. El período en el cual los pobladores de Cayo Chachahuate pueden recolectar agua para suplir sus necesidades, es entre los meses de septiembre y enero. La cantidad que llueve en este período va desde 130 mm/mes a 463 mm/mes. (Anexo 8).

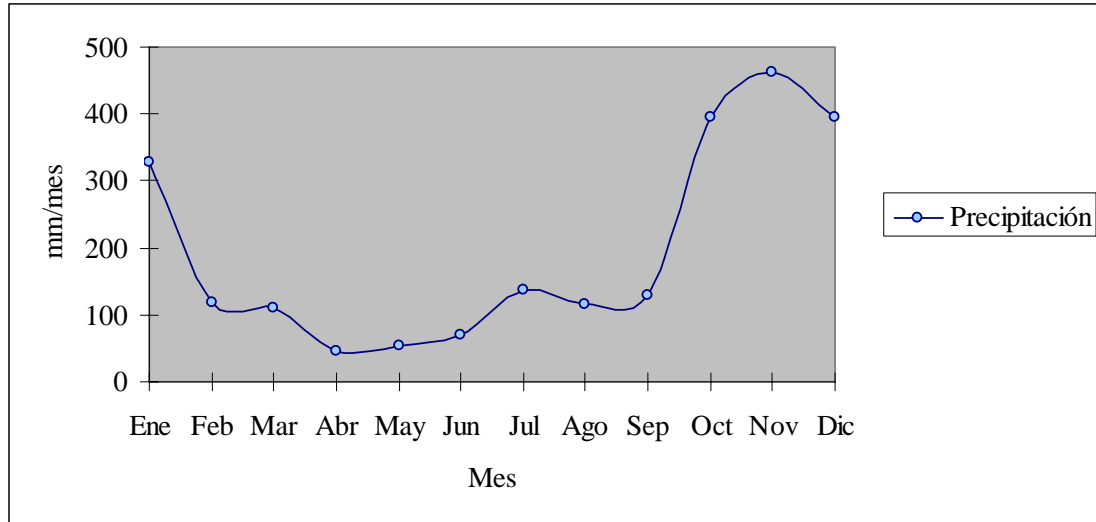


Figura 2. Precipitación promedio mensual de la Isla de Roatán 1996- 2005

La oferta hídrica del pozo se estimó con base en los siguientes datos: ancho 2 m, largo 2 m y se utilizó una profundidad de agua de 3.5 m, lo cual da un volumen de  $14 \text{ m}^3$ . Los habitantes manifestaron que la limpieza que se hace es, una vez antes que comience invierno, para lo cual vacían el pozo completamente y este mismo se llena en un día. Sabiendo esto, se calcula que el caudal del pozo es de  $14 \text{ m}^3/\text{día}$ , o sea  $14,000 \text{ L}/\text{día}$ . De acuerdo con la OMS, una persona necesita 80 L mínimo diariamente para suplir las necesidades básicas y este pozo está brindando  $101 \text{ L}/\text{día}/\text{persona}$ , siendo suficiente para abastecer las necesidades básicas de la población del Cayo Chachahuate.

Aun cuando el pozo brinda la cantidad de agua necesaria, la calidad de agua aún sin hacer un análisis detallado, se puede ver que no presenta la calidad adecuada para consumo humano ya que su turbidez es muy alta. La construcción no cumple con los estándares mínimos, ya que no asegura la calidad al estar expuesto al ambiente externo. También permite el acceso fácil de animales y los humanos, igualmente que en época lluviosa la escorrentía puede llegar a contaminar el agua del pozo.

### 4.3 DEMANDA DE AGUA

Según la OMS, aún cuando en algunos países latinoamericanos se consumen 25 litros diarios por persona, se estima que en países desarrollados se alcanzan cifras de 300 litros diarios por persona. Es por esta disparidad que la OMS ha decretado que el consumo mínimo de una persona debe ser de 80 litros diarios, tomando en cuenta agua destinada para beber es de alrededor 4 litros y el resto para aseo, limpieza del hogar y preparación de alimentos.

Para la determinación de demanda de agua se estudió el total de personas que habitan el Cayo en forma separada del total de personas que lo visitan. Esta diferenciación se debe al



tiempo de permanencia en el día de los visitantes, este tiempo es menor y las actividades que realizan son menores a las de los habitantes, por lo que la demanda diaria de los visitantes es menor que la de los habitantes radicados en el Cayo.

Para la demanda de consumo doméstico, se realizó una estimación de cuántos litros consumen las personas, su hábito y modo de recolección de agua, con ayuda de la encuesta y observación directa. El número total de encuestas fue de siete encuestas en el Cayo, esto por ser una comunidad con características muy homogéneas. Las personas encuestadas fueron las amas de casa por ser estas las responsables en la utilización del recurso hídrico.

Mediante los análisis de las encuestas se encontró que en promedio una familia de cinco personas acarrea 230 litros de agua tres veces por semana desde el pozo La Ensenada, Cayo Mayor. Las personas, de igual manera hombres y mujeres, acarrean el agua desde Cayo Mayor hasta Chachahuate en cayucos. Al hacer el cálculo se encontró que cada persona consume 19.71 litros de agua al día. Según los datos arrojados por el censo en la comunidad habitan 138. Con los datos anteriores se estima que la demanda anual total de los pobladores es de 993,008.57 litros o sea 993.01 m<sup>3</sup>.

Para determinar la demanda de agua por los visitantes, se asumió que un visitante consume el 20% de lo que consume un habitante del Cayo, es decir 3.94 L/día. Este 20% se estimó con base en las actividades que los visitantes realizan dentro del Cayo y el tiempo que permanecen dentro del mismo. El total de agua demandada por los visitantes es de 2,720 L/día o sea 15,925.2 litros al año (15.92 m<sup>3</sup>/año). El uso que se le da a este recurso por parte de los visitantes es sobre todo en el enjuague de equipo de “snorkeling”.

Teniendo calculada la demanda de los visitantes y de los habitantes del Cayo, se puede calcular la demanda total de agua en el año. Se sumaron ambas cantidades y el resultado fue de 1,008.93 m<sup>3</sup>/año, como se ilustra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Demanda de agua potable actual por día y año para el Cayo Chachahuate

	<b>L/día</b>	<b>L/año</b>
<b>Habitantes</b>	2720.57	993008.57
<b>Visitantes</b>	43.63	15925.2
<b>TOTAL</b>	<b>2764.20</b>	<b>1008933.77</b>

Teniendo la demanda establecida, una lluvia promedio mensual en el período lluvioso de 341.98 mm (1996-2005) y que un milímetro de lluvia es equivalente a un litro/m<sup>2</sup> de techo, se fijó que es necesario que las 31 viviendas tengan un techo de lámina con dimensiones de por lo menos 8 m<sup>2</sup> para poder captar agua lluvia que supla esta demanda. Lo anterior implicaría la construcción o compra de tanques de almacenamiento en cada hogar, incrementando aún más los costos de este tipo de oferta hídrica.

## 4.4 CALIDAD DE AGUA

Las fuentes de contaminación encontradas en el pozo fueron las aguas negras de las casas del Cayo Mayor, por derrumbes ocurridos y escorrentía que fue de las laderas y quebradas que están cercanas al pozo en temporada de lluvia. La muestra de agua no presentó contaminación química ya que no existe la actividad agrícola en el Cayo.

### 4.4.1 Análisis bacteriológico

La OPS/OMS y el Ministerio de Salud de Honduras tienen establecido como valor máximo permisible (NMP) de coliformes totales 10 NMP/100mL y 0 NMP/100mL de coliformes fecales. La muestra llevada al laboratorio muestra presencia tanto de coliformes totales (aproximadamente 2420 NMP) como de *E. Coli* (144 NMP). Al haber presencia fuerte de *E. Coli* se deduce que el agua del pozo está contaminada por heces fecales humanas. Esto se debe a la cercanía del pozo a las viviendas en Cayo Mayor. Los derrumbes y la falta de limpieza del pozo son los causantes de que existan coliformes totales en la muestra.

Teniendo estos niveles de coliformes totales y fecales el agua del pozo no es apta para consumo y por lo tanto necesita algún tipo de tratamiento a fin de evitar la incidencia de enfermedades gastrointestinales.

### 4.4.2 Parámetros fisicoquímicos

En el análisis físico se incluyen características detectables con los sentidos, o sea el olor, sabor, vista y tacto y otras que se detectan en los laboratorios. El sabor y olor, color, temperatura, turbidez, dureza, pH y contenido de sólidos están dentro de esta categoría.

De acuerdo con la OMS, el parámetro de dureza no cuenta con directriz estándar. Sin embargo, se tiene fijado que el máximo de dureza permitida es 400 ppm. Las muestras de agua tenían una dureza de 46 ppm por lo que se puede señalar que el agua del pozo es blanda, es decir que no contiene un exceso de sales disueltas en el agua, a pesar de estar cerca de la playa. En cuanto a cloruros, se encontró que se excede levemente del valor recomendado por el Comité Técnico Nacional de Calidad del Agua (CTN-CALAGUA-CAPRE); sin embargo, este número se encuentra dentro de los límites permitidos (25-250 ppm). El pH encontrado cabe dentro del rango permitido, que es de 6.5-7 (Anexo 1). Este indicador lo que nos expresa es la tendencia corrosivo o incrustante que tiene el agua (Guillén, *et. al.* 1999).

Para los parámetros organolépticos, es decir los que se pueden percibir a través de los sentidos, se utilizó la encuesta y no análisis de laboratorio ya que lo que se busca es analizar la percepción y conocimiento que tienen los pobladores respecto a la calidad de agua. En cuanto al olor el 100% de las encuestadas respondieron que el agua del pozo no contiene ningún mal olor y que tiene mal sabor. El sabor del agua no es agradable, en especial en la época de invierno que es cuando el pozo es contaminado por la escorrentía. El color resultó aceptable en época de verano, pero malo u oscuro en época de invierno,

como es de esperarse al estar expuesto al ambiente. En época de verano, el agua del pozo manifiesta un color un tanto claro, agradable a la vista; sin embargo, en época de invierno debido a los derrumbes que ocurren alrededor del pozo y la escorrentía ocasionada por las lluvias, el color del agua se torna oscuro mostrando un incremento de la turbidez.

#### 4.4.3 Parámetros fisicoquímicos y sustancias no deseadas

Gracias a la ubicación del Cayo y las actividades que se llevan a cabo en la isla, el agua que produce este pozo no contiene cantidades de elementos químicos significativos como para causar daños a la salud de los que la consumen. Todos los parámetros estudiados se encuentran dentro de los límites permitidos por el CTN-CALAGUA-CAPRE, a excepción del hierro que presenta una concentración mayor al valor permitido. Los datos de estos parámetros se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros fisicoquímicos y sustancias no deseadas obtenidos mediante el análisis de agua potable del Cayo Mayor

Identificación	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	S Ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm	Cu ppm	Na ppm
Pozo La Ensenada (Cayo Mayor)	0.10	2.69	10.70	5.74	2.77	0.15	0.06	1.92	0.02	0.02	33.26
Concentración máxima permisible	5	10	100	30		3	2	1	1	1-2	25-200

#### 4.4.4 Parámetros para sustancias inorgánicas con significado para la salud

La OMS establece como máximo permisible 10 ppb de arsénico en el agua, ya que concentraciones mayores podrían causar infertilidad y abortos en mujeres, perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Al igual el cadmio en concentraciones mayores a 3 ppb en el agua puede ocasionar en el ser humano irritación en el estómago, daña los pulmones y causa enfermedades renales. El plomo es uno de los cuatro metales más dañinos para la salud humana ya que causa daño en los riñones, puede provocar abortos, disminución en la fertilidad del hombre y disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, es por eso que sólo es permitido un máximo de 10 ppb.

Al igual que en el análisis de los parámetros fisicoquímicos, debido a ubicación del pozo y actividades dentro del Cayo, no presenta elementos metales pesados. Todos los parámetros inorgánicos que se analizaron están muy por debajo del nivel máximo permitido, como se puede ver en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros para sustancias inorgánicas con significado para la salud obtenidos mediante el análisis de agua potable del Cayo Mayor

Identificación	As ppb	Cd ppb	Co ppb	Cr ppb	Ni ppb	Pb ppb	Se ppb
Pozo La Ensenada (Cayo Mayor)	<2	<0.50	<0.60	<2.8	<0.80	<2.1	<5.2
Valor máximo admisible	10	3		50	20	10	10

#### 4.5 ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Tomando en cuenta la cantidad total de demanda actual de los pobladores y los visitantes, la oferta del pozo y potencial de la cosecha de agua de lluvia y la calidad de agua que brinda el pozo, se presentaron varios escenarios con distintos sistemas de recolección de agua. Todas las alternativas tienen un factor en común, que es el de mejorar la calidad del agua, en especial los parámetros de turbidez y coliformes totales y fecales.

##### 4.5.1 Agua de pozo

Para el primero escenario se propone utilizar el agua del pozo para abastecer la demanda total. Para poder consumir el agua sin ningún problema, lo primero que se debe hacer es mejorar la calidad del agua. En este caso se deben tomar medidas de prevención y mitigación de la contaminación del agua. Como medidas de prevención la primera medida que se debe tomar es readecuar el pozo mediante la construcción de paredes más altas a los lados del pozo, así como una pequeña solera para evitar la contaminación por escorrentía, derrumbes, lluvia y hojarasca de los árboles. También se recomienda colocar una tapa protectora sobre las paredes y una bomba manual para evitar en contacto del agua con el ambiente. Aunado a la construcción se deben tomar medidas de limpieza del pozo periódica (mensuales) que los pobladores de Chachahuaté deben planificar y realizar. Dentro de las medidas de mitigación se debe realizar un análisis de la ubicación de las letrinas de las casas alrededor del pozo para así reubicarlas y evitar la contaminación fecal del agua, o bien, darle un mejor manejo a las letrinas para cesar la contaminación por heces fecales en el agua del pozo.

Mientras estas actividades se realizan en el Cayo Mayor, dentro de Chachahuaté no se realizarán cambios de infraestructura. Aun cuando se lleven a cabo estas medidas en Cayo Mayor, el agua debe ser tratada, ya sea por filtración, cloración, hervido o desinfección solar por parte de los habitantes de Chachahuaté. Los recipientes que utilizan para el almacenamiento del agua deben estar aislados de contaminación y haber sido lavados para evitar contaminación en este sitio.

#### **4.5.2 Cosecha de agua lluvia**

El segundo escenario es en el cual se utiliza el agua de precipitación junto con el agua del pozo. Esto se hará para disminuir la presión de agua al pozo y así dar un período de reposo, a la vez que en este período se pueden hacer actividades de limpieza. El agua precipitada puede ser recolectada por los techos de las casas durante el período de lluvia y almacenada en tanques comunitarios de plástico o de concreto, de los cuales toda la población se beneficiaría. Esto implica hacer cambios de techos de manaca por techos de lámina de aluzinc, la compra de tanques y la limpieza periódica de los sedimentos depositados en las paredes y el fondo del tanque. Una desventaja es el impacto visual de techos de aluminio en la zona, este podría minimizarse pintando los techos o cubriéndolos con teja o manaca, pero incrementaría los costos.

Además dentro de este escenario existe un conflicto cultural, ya que al hacer un cambio de techo en las casas de Chachahuate, se estaría perdiendo parte de la identidad garífuna de los pobladores, también el calor en los hogares sería sofocante para los pobladores. Sin embargo, este efecto podría ser mitigado colocando manaca sobre la lámina para dar una apariencia más coloquial. Por la complejidad de esta alternativa si se decidiera implementarla, se debe incluir una socialización de la idea por parte de la Fundación Cayos Cochinos hacia los pobladores para que acepten el proyecto y se apropien del mismo y así tener seguridad que el mismo será llevado hasta la etapa final con una futura etapa de mantenimiento.

#### **4.5.3 Acarreo de agua desde la costa (Nueva Armenia)**

El tercer escenario tiene como principal actividad la de transportar el agua para alimentación y bebida desde las comunidades de la costa más cercanas, en este caso Nueva Armenia y no hacer ninguna actividad de mejora del pozo, ni el cambio de techos o la compra de tanques, solamente se deben tener recipientes limpios que aíslen cualquier contaminación. Sin embargo, al hacer el estudio de factibilidad económica, esta opción saldría con costos muy elevados, ya que el viaje desde tierra firme a los Cayos oscila entre 2000 a 4000 Lps., además de un estudio de la actual calidad y cantidad de agua de la que dispone dicha comunidad costera. Para esta opción es necesario contar con lanchas con capacidad de carga mucho mayores a la que actualmente tienen los pobladores y la única opción sería la de alquilar las lanchas de la Fundación Cayos Cochinos, esto sin contar con el hecho de que se debe evaluar la capacidad máxima de peso que es permitido ingresar a Chachahuate sin dañar el sistema arrecifal que hay alrededor de todo el Cayo.

#### **4.5.4 Cambio de uso de la tierra en el Cayo Chachahuate**

El cuarto escenario es el que toma el tema ambiental del Monumento como prioridad. Esto implica cambiar el uso del Cayo de ser un lugar de asentamiento humano a ser un lugar de visita turística. Este es el escenario que más conflictos y complicaciones conllevaría su implementación. Para poder movilizar los habitantes de Chachahuate para la costa, Nueva Armenia, se deben primero crear oportunidades de empleo para ellos.

Luego de haber creado estas oportunidades de empleo en la costa, se debe trabajar en el Cayo en medidas de mejoramiento de las condiciones del cayo para recibir turistas. Estos cambios serían la demolición de todas las casas y la construcción de ya sea habitaciones o pequeñas galeras que puedan ser utilizadas por los turistas. También se debe contar con un sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia o de pozo, así como la construcción de letrinas que no impacten el arrecife. Se crearán así fuentes de empleo para los que atiendan a los turistas en alimentación, entretenimiento, limpieza y vigilancia del Cayo con los mismos ocupantes del mismo. Al igual, se creará una cooperativa turística y pesquera administradora sin permanencia permanente en el Cayo. A largo plazo esta es la única forma de darles estabilidad económica a los pobladores así como una mayor sostenibilidad ambiental al Monumento. Esta alternativa requiere de no sólo la voluntad política si no de la factibilidad financiera y social.

#### 4.5.5. Matriz de ponderaciones

Cuadro 4. Matriz de ponderaciones de las alternativas de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Chachahuate, Cayos Cochinos.

	<b>Económico</b>	<b>Conflicto cultural</b>	<b>Ambiental</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Agua de pozo</b>	7	5	3	15
<b>Cosecha de agua lluvia</b>	5	7	5	17
<b>Acarreo de la costa</b>	1	3	1	5
<b>Cambio de uso</b>	3	1	7	11

1 Menos favorable; 3 No favorable; 5 Favorable; 7 Más favorable

Después de haber dado una puntuación a los tres principales enfoques que se deben tomar en cuenta para elegir la solución al problema de abastecimiento de agua, se determina que la alternativa de Agua de pozo es la alternativa económicamente más factible, para esto se compararon los costos de implementar las cuatro alternativas. Para las primeras dos alternativas de sumaron los costos de los materiales de construcción tanto del pozo como de los techos y tanques, para la alternativa de acarreo de agua se sacó el costo de los fletes necesarios para trasladar el agua desde la costa y para la cuarta alternativa se estimó el costo de indemnizar a estas personas (Anexo 9). La alternativa de Cosecha de lluvia es la alternativa socialmente menos conflictiva. Los pobladores del Cayo manifestaron en varias reuniones que el deseo de ellos es de cambiar sus techos para recolectar agua de lluvia, al igual que manifestaron el completo rechazo a trasladarse a la costa. El cambio de uso de la tierra del Cayo es la solución ambientalmente más factible. Al deshabitarse el Cayo y convertirlo en un lugar turístico, la presión sobre los recursos naturales será mucho menor. Dando un valor igual a los tres criterios la alternativa más viable es la alternativa de utilizar el pozo y cosecha de agua lluvia como fuentes de abastecimiento de agua.

## 5. CONCLUSIONES

Dado la poca regulación de actividades realizadas dentro y alrededor del Cayo y el turismo no regulado o monitoreado, las actuales condiciones de ocupación del Cayo están amenazando la salud del arrecife, al igual que se está viendo amenazada la salud de los pobladores al no tener fuentes de agua potable propias. Aun cuando la oferta de agua del pozo La Ensenada es suficiente para abastecer la demanda tanto de los pobladores como de los visitantes del Cayo, la calidad que presenta no es apta para consumirla.

Actualmente los pobladores obtienen el total de agua utilizada del pozo La Ensenada, ubicado en Cayo Mayor. El modo de ellos conseguir el líquido es por medio de acarreo en sus pequeños cayucos. Esta agua presenta coliformes fecales, los cuales son un indicativo de la mala calidad que presenta el agua del pozo. Los parámetros fisicoquímicos, de sustancias no deseadas y de sustancias inorgánicas son significativo para la salud están todos dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Nacional de Agua Potable. La mala calidad de agua se debe al mal manejo que se le da al pozo. Esta falta de interés por parte de los pobladores en el mantenimiento del pozo, repercute negativamente en la salud de los pobladores, en especial de los niños. Analizando la ubicación geográfica, existe también un fuerte potencial para obtener agua en la cosecha de agua de lluvia.

Esta agua de mala calidad demandada es utilizada por parte de los pobladores en la preparación de comida tanto de ellos como de los visitantes, beber y aseo personal. En tanto los visitantes utilizan el agua solamente para limpiar su equipo de “snorkel”. El agua utilizada, en la mayoría de los casos, no es tratada. Sólo un pequeño porcentaje de los pobladores cloran el agua, agravando la incidencia de enfermedades gastrointestinales tanto en los pobladores como en los visitantes del Cayo. Esta falta de tratamiento del agua se debe al desconocimiento del tema por parte de los pobladores. La HCRF, siendo el ente encargado de la protección y conservación de los Cayos Cochinos, es la indicada para dar a conocer el tema de manejo adecuado del agua, tratamientos que se le deben dar y medidas de protección al pozo.

Dependiendo del interés colectivo en la solución del problema a largo plazo, existen varias alternativas de solución del problema de agua. Al colocar como prioridad la petición de los pobladores del Cayo, se tomaría el escenario de recolección de agua lluvia en invierno y utilización del pozo en verano como la solución a su problema de agua. Desde un contexto económico la alternativa que menos conflicto traería es la alternativa de mejorar las condiciones del pozo y continuar utilizándolo como única fuente de abastecimiento. Si se toma en cuenta el punto de vista ambiental del Monumento, se cumpliría el escenario de cambio de uso del suelo, en el cual se eliminaría el exceso de

presión poblacional y se cambiaría de uso el Cayo a uno menos exigente a los recursos naturales; aun cuando este escenario contempla desplazar a los pobladores del Cayo hacia Nueva Armenia, su lugar de origen, esta es la opción que a la larga también muestra una estabilidad económica ya que se generarían nuevas y mejores fuentes de empleo en la costa. Al analizar de manera global las alternativas, la opción que mejor se ajusta a las condiciones del Cayo es la de utilizar tanto el agua precipitada como el agua de pozo.



## **6. RECOMENDACIONES**

Para la población de Chachahuate:

Tomando como base que la alternativa que mejor se adapta al Cayo es la de recolectar agua de lluvia acompañada del agua de pozo, se recomienda hacer un tratamiento al agua de consumo. Teniendo en cuenta la ubicación y actividades económicas se listan varios tratamientos muy económicos y fáciles de adoptar como el de sedimentación y filtración del agua, cloración y desinfección solar, que pueden implementar para evitar enfermedades gastrointestinales; siendo el tratamiento de desinfección solar la más estudiada y la que mejores resultados brinda (Claire, M. 2006).

Crear organizaciones internas del Cayo que ayuden a facilitar la resolución de conflictos y problemas que afrontan. Es indispensable que exista una Junta Directiva que sea la encargada de relacionarse con entidades como la HCRF o gubernamentales, Junta de Agua que será la encargada del buen uso y mantenimiento del sistema, así como del mantenimiento del pozo en Cayo Mayor. Otra organización necesaria dentro del Cayo son las de Junta de padres de familia para que estos puedan trabajar en la creación de una conciencia ambiental entre los niños.

Para la HCRF:

Es indispensable llevar un registro de precipitación, temperatura del Monumento diario más detallado para poder posteriormente analizarlos para poder tomar medidas de prevención necesarias ante posibles fenómenos naturales, así como para poder medir la oferta hídrica total brindada por la precipitación. Al igual, que se deben llevar registros de visitantes para poder tomar medidas de control del turismo en el Monumento Cayos Cochinos antes que los efectos de esta misma actividad, como la producción de desechos y demanda creciente de agua, crean un efecto irreversible en el estado del Sistema Arrecifal.

Se ha visto que algunos proyectos anteriores no han tenido éxito debido a la falta de interés y colaboración por parte de los habitantes de Cayo. Estos fracasos han sido causados por la falta de apropiación de los proyectos por parte de ellos, por lo que si se desea llevar a cabo el proyecto de abastecimiento de agua potable en el Cayo se deben socializar las alternativas de solución con ellos para así llegar a un acuerdo que beneficie a todas las partes interesadas.

Dado el estado de falta de información entre los habitantes del Cayo, se debe incentivar la conciencia ambiental sobre la importancia del buen manejo de los recursos naturales y el

adecuado uso y consumo del agua de Chachahuate. Para esto se deben impartir charlas informativas sobre la importancia del Monumento dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano y los recursos marinos dentro del mismo por parte del personal de la Fundación Cayos Cochinos o entidades relacionadas en el tema para crear una armonía entre la estabilidad socioeconómica y ambiental del Cayo Chachahuate.

Debido al riesgo de que la problemática de abastecimiento de agua potable del Cayo Chachahuate pueda acrecentarse en pocos años se debe incluir dentro del Plan de Manejo la problemática social que enfrenta el Cayo con una mayor prioridad de la que actualmente tiene. Actualmente el Plan de Manejo está enfocado en la parte biofísica; sin embargo es indispensable que la parte social esté dentro del Plan de Manejo para poder llevar a cabo todas las actividades de conservación sin ningún enfrentamiento con los pobladores.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, N. 2000. Plan de Manejo de las Cuencas Prioritarias de Roatán y Guanaja. Secretaría de Estado en el Despacho de Turismo. Honduras.

Anónimo. Consultado 31 jul 2006. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/documentos\\_tecnicos/recursos/013\\_036.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/documentos_tecnicos/recursos/013_036.pdf)

Banco Mundial. 2004. ENCOVI (Encuestas de las Condiciones de Vida).

Barry, D. 1994. El Agua: Límite Ambiental para el Desarrollo Futuro de El Salvador. PRISMA. El Salvador.

Campos, M y Lucke , O. 2001. Oferta de agua en Centroamérica (en línea). Consultado 3 ago. 2006. Disponible en: <http://www.aguayclima.com/agua/inicio.htm>

CEDARENA. Situación Actual del agua (en línea). Consultado 6 may. 2006. Disponible en: <http://www.cedarena.org/hidrico/situacion.php>

Centelles, J. 2004. La perversión centralista: el caso del agua potable en Centro América (en línea). Consultado 6 may. 2006. Disponible en: <http://www.iigov.org/gbz/article.drt?edi=14282&art=14283>

Comité Técnico Nacional de Calidad del Agua. 1995. Norma Técnica Nacional para la calidad del Agua Potable. Tegucigalpa, Honduras. 42 p.

Coral Reef Alliance. 2003. Guía práctica de buenas prácticas, Gestión de Cuestiones Ambientales en le Sector de la Recreación Marina (en línea). Consultado 25 sept. 2006. Disponible en: [http://www.celb.org/ImageCache/CELB/content/travel\\_2dleisure/marinerecreationguide\\_5fspanish\\_2epdf/v1/marinerecreationguide\\_5fspanish.pdf](http://www.celb.org/ImageCache/CELB/content/travel_2dleisure/marinerecreationguide_5fspanish_2epdf/v1/marinerecreationguide_5fspanish.pdf)

CRIE (Centro Rural de Información Europea). El agua recurso vital (en línea). Consultado 30 jul 2006. Disponible en: [http://www.criecv.org/es/proyectos/pag\\_agua/agua.html](http://www.criecv.org/es/proyectos/pag_agua/agua.html)

Drinan, J. y Spellman, F. 2000. Manual del Agua Potable. Zaragoza, España. 255 p.  
FAO. 2006. Honduras: Sector agropecuario (en línea). Consultado 6 may. 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/countryProfiles/index.asp?lang=es&iso3=HND&subj=4>

FAO. 1998. Apéndice II Anteproyecto de la Norma General para Agua Envasadas/Embotelladas distintas de Aguas Minerales Naturales (en línea). Consultado 26 sept. 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/X0818S/x0818s0b.htm>

Fernández, M. 2001. Gestión de Instituciones Educativas Inteligentes. Madrid, España. 312 p.

Funes, J. 2000. Caracterización Biofísica de la Microcuenca El Gallo, Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 73 p.

IUCN (Internacional Union for Conservation of Nature ad Natural Resources). 2000. Marine and Coastal Protected Areas. 3ra ed. Gland, Suiza. 396 p.

Lenntech. 2005 Plomo (en línea). Consultado 3 sept 2006. Disponible en: <http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/Pb.htm>

Luna, M. 2001. Bases para la formulación de un plan de manejo del agua, en la Microcuenca El Gallo, Municipio de San Antonio de Oriente, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 67 p.

Oxfam. 2006. 22 de marzo Día Mundial del Agua (en línea). Consultado 20 may. 2006. Disponible en: <http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/DPAS-6N7HDW?OpenDocument>

Secretaría de Gobernación y Justicia. 2006. Ley marco del sector agua potable y saneamiento. Honduras. 38 p.

Sistema de las Naciones Unidas en Honduras. 2003. Informe sobre las Metas del Milenio. Tegucigalpa, Honduras. 71 p.

Torres, C. 1999. Evaluación del efecto del huracán Mitch en la calidad y cantidad de agua en los manantiales de la montaña Uyuca. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 51 p.

USGS. 2005. El ciclo del agua: The water cycle. Consultado 30 jul 2006. Disponible en: <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>

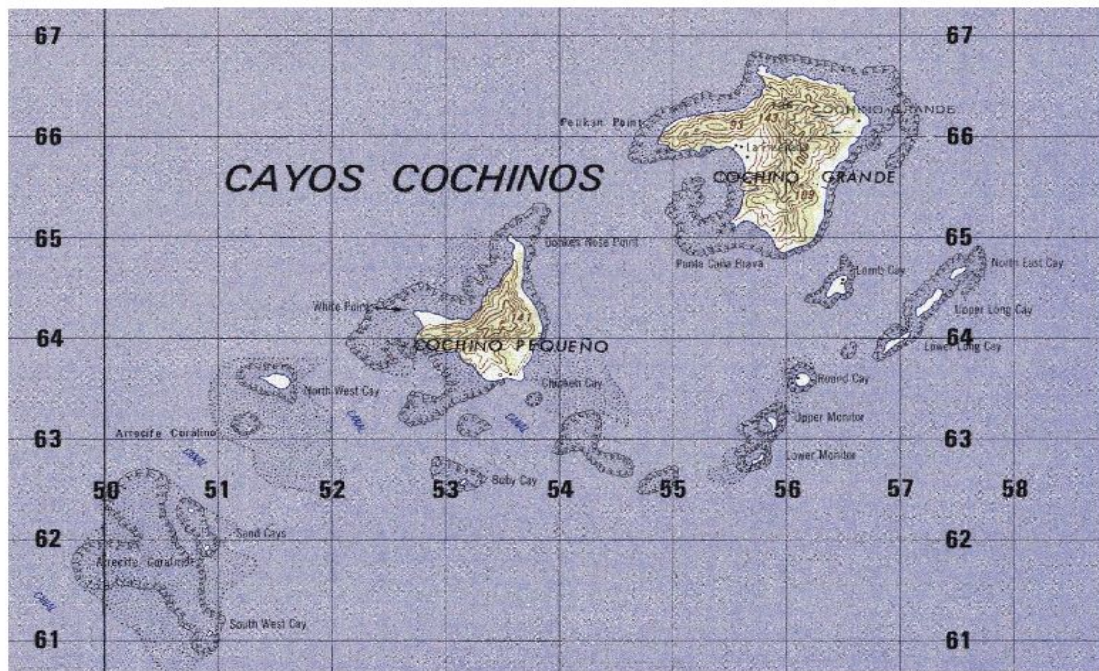
Wahlqvist, M. 1999. Perspectivas para el futuro: Nutrición, medio ambiente y producción sostenible de alimentos (en línea). Consultado 6 may. 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/meeting/X2638S.htm>

World Water Council. 2006. Water Crisis (en línea). Consultado 11 jul 2006. Disponible en: <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=25>



## Anexo 3. Mapa Cayos Cochinos

# CAYOS COCHINOS



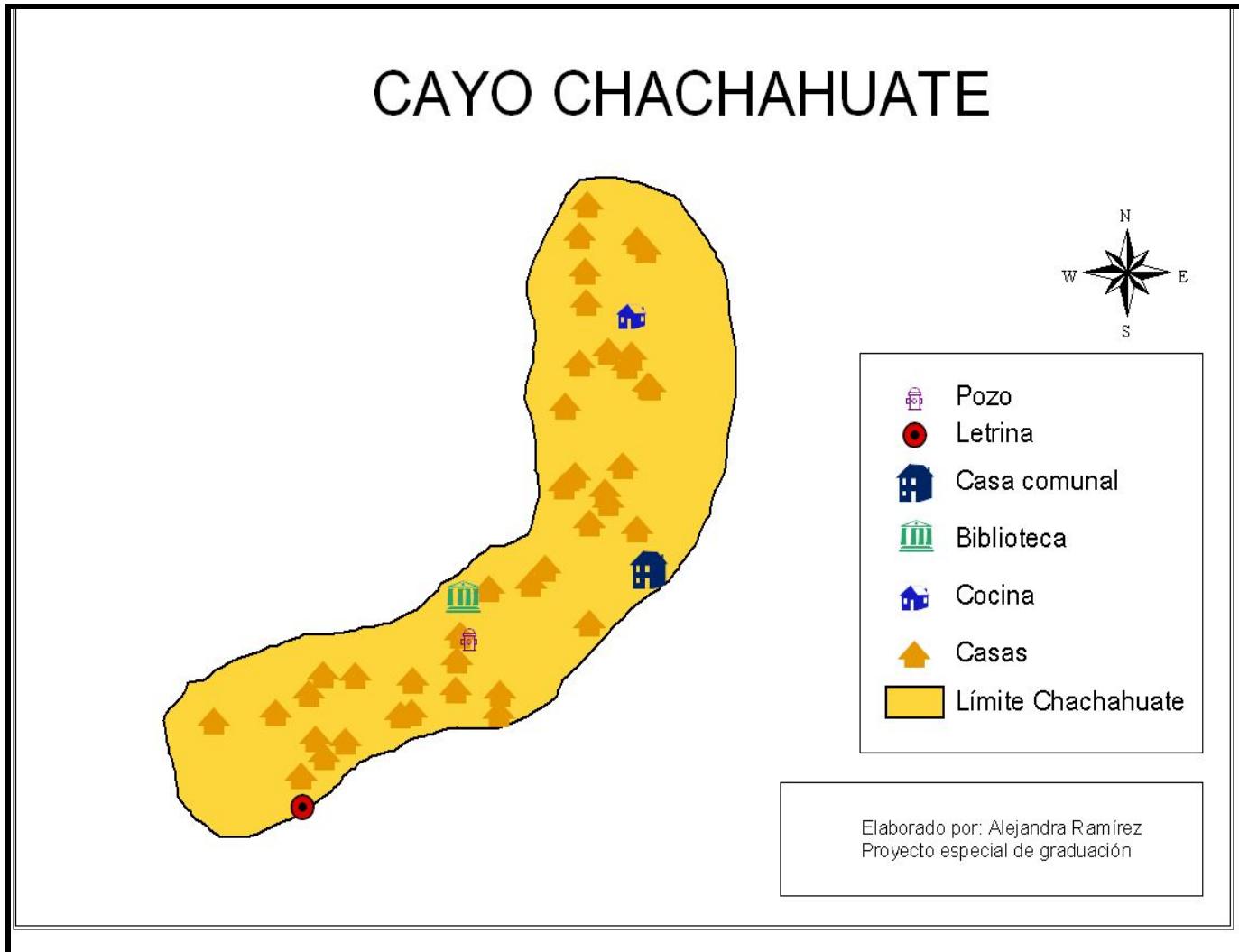
Elaborado por: Alejandra Ramírez  
Proyecto especial de graduación

Fuente: Hojas cartográficas  
Unidad SIG de Zamorano



0  3 Kilometers

## Anexo 4. Mapa del Cayo Chachahuate





## Anexo 5. Censo Poblacional 2006

CHACHAHUATE									
	NOMBRE	EDAD	GÉNERO	GRUPO ÉTNICO	EDUCACIÓN	RELIGIÓN	IDIOMA	O.PRIMARIA	O. SECUNDARIA
1	Felipa Marín Martínez	56	F	G	3ro	Católica	E. G.	Ama de casa	
	Paulo Núñez Ruiz	78	M	G	6to	Católica	E. G.	Pesca	
2	Adolfo Matute	62	M	L	5to	Ninguna	E. I.	Pesca	Comercio de animales
3	Román Norales	50	M	G	6to	Católica	E.G.I.	Compra de pescado	Pesca
4	Dionisio Castillo	45	M	G	3ro	Católica	E. G.	Pesca	
	Catalina Aarhus	37	F	G	6to	Católica	E. G.	Ama de casa	
	Saidi Martínez	21	F	G	6to	Católica	E. G.	Asalariado	
	Maynor D. Castillo	19	M	G	6to	Católica	E. G.	Pesca	
	Jessica S. Castillo	17	F	G	6to	Católica	E. G.	Estudiante	
	Andy Efifani Castillo	13	M	G	6to	Católica	E. G.	Estudiante	
	Edgar P. Castillo	11	M	G	3ro	Católica	E. G.	Estudiante	
	Cristian M. Castillo	8	M	G	2do	Católica	E. G.	Estudiante	
	María P. Castillo	6	F	G	1ro	Católica	E. G.	Estudiante	
	Francis Castillo	3	F	G	N.A.	Católica	E. G.	N.A.	
5	Malaquías Zúñiga	23	M	G	6to	Evangélica	E. G.	Pesca	
	Edith Valerio	17	F	G	6to	Evangélica	E. G.	Ama de casa	
	Pelínche Zúñiga	2	M	G	N.A.	Evangélica	E. G.	N.A.	
	Félix Zúñiga	1	M	G	N.A.	Evangélica	E. G.	N.A.	
	Perla Zúñiga	2	F	G	N.A.	Evangélica	E. G.	N.A.	
6	Selso Batiz	51	M	G	Ninguna	Católica	E. G.	Pesca	Venta
	Ana Batiz	28	F	L	6to	Católica	E. G.	Pulpería	
	Alondra Batiz	2	F	G	N.A.	Católica	E. G.	N.A.	
7	Jesús Núñez	56	M	G	3ro	Católica	E. G. I.	Pesca	Agricultura



	Nancy J. Núñez	36	F	G	4to	Católica	E. G.	Venta de comida	
	Denis Núñez	10	M	G	5to	Católica	E. G.	Estudiante	
<b>8</b>	Justa Robledo	45	F	G	6to	Católica	E. G.	Ama de casa	Venta de artesanías
	Silvinio Córdoba	43	M	G	6to	Católica	E. G.	Pesca	
<b>9</b>	Samuel Allen	44	M	G	6to	Ninguna	E. G.	Pesca	Carpintería
	Gilma Batiz	36	F	G	3ro	Ninguna	E. G.	Ama de casa	Turismo
	Spencer Batiz	14	M	G	6to	Ninguna	E. G.	Estudiante	
	Gensi Batiz	17	F	G	9no	Ninguna	E. G.	Estudiante	
	Seyli Buelto	9 m.	F	G	N.A.	Ninguna	E. G.	N.A.	
<b>10</b>	Ronald Martínez	17	M	G	4to	Ninguna	E. G.	Pesca	
	Kesly Y. Jiménez	5	F	G	Ninguna	Ninguna	E. G.	N.A.	
	Denis O. Morales	2	M	G	Ninguna	Ninguna	E. G.	N.A.	
	Lurvin Jiménez	14	F	G	7mo	Ninguna	E. G.	Turismo	
	Sabina Batiz	32	F	G	6to	Ninguna	E. G.	Turismo	
	Spencer Batiz	16	M	G	6to	Ninguna	E.G.	Estudiante	
	Alicia Ávila	13	F	G	7mo	Ninguna	E. G.	Estudiante	
	Edil A. Barrios	17	M	G	6to	Ninguna	E. G.	Pesca	
<b>11</b>	Malaquías Zúñiga	55	M	G	4to	Evangélica	E.	Pesca	Carpintería
	Nolvia E. Jaime Zúñiga	42	F	G	6to	Evangélica	E.	Ama de casa	Sastrería
	Ambrosio Zúñiga Jaime	16	M	G	9no	Evangélica	E.	Estudiante	
	Jairo Zúñiga Jaime	15	M	G	6to	Evangélica	E.	Estudiante	
	Ezequiel Zúñiga Jaime	11	M	G	4to	Evangélica	E.	Estudiante	
	Yurdin Zúñiga Jaime	9	M	G	2do	Evangélica	E.	Estudiante	
	Pedro Zúñiga Jaime	4	M	G	N.A.	Evangélica	E.	N.A.	
<b>12</b>	Juana Lizeth Martínez Flores	30	F	G	5to	Cristiana	E.G.	Ama de casa	
	Arnahún Flores	32	M	G	6to	Cristiana	E.G.	Pesca	
	Maynor Ramón Martínez	11	M	G	5to	Cristiana	E.G.	Estudiante	

	Angie Lizeth Martínez	10	F	G	4to	Cristiana	E.G.	Estudiante	
	Frank Arnahún Martínez	5	M	G	N.A.	Cristiana	E.G.	Estudiante	
	Greiquelin Cáliz	12	F	L	6to	Cristiana	E.G.	Estudiante	
	Irvin Iván Martínez	2	M	G	N.A.	Cristiana	E.G.	N.A.	
	Angelín Lineth Martínez	4	F	G	N.A.	Cristiana	E.G.	Estudiante	
	Mario René Martínez	20	M	G	6to	Cristiana	E.G.	Asalariado	
<b>13</b>	Juan Natividad	51	M	G	6to	Católica	E.G.	Pesca	
<b>14</b>	Daisy Sulema Ardón	24	F	L	6to	Evangélica	E	Compra y venta de langostas	
	Joberto Arturo Arias	28	M	L	6to	Evangélica	E	Compra y venta de langostas	
	Lidni Sulema Arias Ardón	8 m.	F	L	N.A.	Evangélica	E	N.A.	
<b>15</b>	Fernando Valerio	10	M	G	2do	Ninguna	E.G.	Estudiante	
	Leonel Valerio	9	M	G	3ro	Ninguna	E.G.	Estudiante	
	José Valerio	13	M	G	5to	Ninguna	E.G.	Estudiante	
	Midelsi Valerio	14	F	G	7mo	Ninguna	E.G.	Estudiante	
	Martha Flores	83	F	G	Ninguna	Ninguna	E.G.	N.A.	
	Iensi Batiz	17	F	G	9no	Ninguna	E.G.	Turismo	Pulpería
	Ansela Buelto	45	F	G	5to	Ninguna	E.G.	Turismo	
	Seilyn Buelto	9 m.	F	G	N.A.	Ninguna	E.G.	N.A.	
	Perla Batiz	1	F	G	N.A.	Ninguna	E.G.	N.A.	
<b>16</b>	Virginia Buelto Batiz	55	F	G	2do	Católica	E.G.	Venta de comida	Turismo
	Mirtila Zapata Batiz	29	F	G	6to	Católica	E.G.	Ama de casa	
	Karen Yamileth Buelto	28	F	G	6to	Católica	E.G.	Ama de casa	
	Cinthia Yamileth Buelto	6	F	G	1ro	Católica	E.G.	Estudiante	
	Omar Arnoldo Arzú Buelto	7 m.	M	G	N.A.	Católica	E.G.	N.A.	
<b>17</b>	Nahún Flores	29	M	G	6to	Católica	E.G.	Pesca	
	Lizeth Martínez	28	F	G	7mo	Católica	E.G.	Ama de casa	

	Oneida Aarhus	19	F	G	7mo	Católica	E.G.	Ama de casa	
	Angie Flores	10	F	G	4to	Católica	E.G.		
	Maynor Flores	11	M	G	5to	Católica	E.G.		
	Daisy Aarhus	3	F	G	N.A.	Católica	E.G.		
	Franklin Flores	5	M	G	N.A.	Católica	E.G.		
	Invin Flores	2	M	G	N.A.	Católica	E.G.		
<b>18</b>	Mildrid Flores		F	G	5to	Católica	E.G.	Ama de casa	Venta de comida
	Allan Barahona		M	G	6to	Católica	E.G.	Pesca	
<b>19</b>	Esteban Antolmo Batiz	40	M	G	Ninguna	Católica	E.G.	Pesca	Venta de bebidas
	Nancy Núñez	32	F	G	6to	Católica	E.G.	Comida	Ninguna
	Osman Orlando Batiz	16	M	G	6to	Católica	E.G.	Estudiante	Ninguna
	Esly Judith Batiz	15	F	G	8vo	Católica	E.G.	Estudiante	Ninguna
	Miguel Ángel Batiz	13	M	G	4to	Católica	E.	Estudiante	Ninguna
	Deilor Batiz	11	M	G	Ninguna	Católica	E.	Ninguna	Ninguna
	Aurora Batiz Núñez	3	F	G	N.A.	Católica	E.	N.A.	N.A.
	Miguel Ángel Batiz	16	M	G	8vo	Católica	E.	Estudiante	Ninguna
	Spencer Batiz	14	M	G	7mo	Católica	E.	Estudiante	Ninguna
<b>20</b>	Carolyn Buelto	20	F	G	5to	Católica	E.G.	Ama de casa	Guía Turística
	Victor batiz	28	M	G	Ninguna	Católica	E.G.	Pesca	Fabricar Nasas
	Waldy batiz	5	F	G	1ro	Católica	E.G.	N.A.	N.A.
	Muly Batiz	3	F	G	Ninguna	Católica	E.G.	N.A.	N.A.
	Magna batiz	1	F	G	Ninguna	Católica	E.G.	N.A.	N.A.
<b>21</b>	Argentina González	40	F	G	3ro	Católica	E.G.	Venta de Pescado	Ninguna
	Julia González	63	F	G	Ninguna	Católica	E.G.	Ninguna	Ninguna
	José González	18	M	G	5to	Católica	E.G.	Pesca	Ninguna
	Cristina garcía	45	F	G	6to	Católica	E.G.	Venta de Pescado	Ninguna
<b>22</b>	Alfonso Zúñiga	33	M	L	6to	Evangélica	E.	Pesca	Albañil
<b>23</b>	Rosalía Aarhus	50	F	G	7mo	Católica	E.G.	Ama de casa	Pulpería

	Fausto Blanco	50	M	G	8vo	Católica	E.G.	Venta de Artesanía	Ninguna
<b>24</b>	Lesbia Aarhus	40	F	G	9no	Evangélica	E.G.	Ama de casa	Venta de comida
	Reynaldo Barrios Colón	43	M	G	6to	Evangélica	E.G.	Pesca	Ninguna
	Felix Barrios Aarhus	9	M	G	4to	Evangélica	E.G.	Estudiante	Ninguna
	Ángel Barrios Aarhus	5	M	G	1ro	Evangélica	E.G.	N.A.	N.A.
	Moisés Barrios Aarhus	1	M	G	N.A.	Evangélica	E.G.	N.A.	N.A.
	Arlin Barrios Aarhus	20	F	G	Nivel Medio	Evangélica	E.G.	Estudiante	Ninguna
	Jessica Barrios Aarhus	17	F	G	10mo	Evangélica	E.G.	Estudiante	Ninguna
	Madelin Barrios Aarhus	14	F	G	6to	Evangélica	E.G.	Estudiante	Ninguna
<b>25</b>	Nolvia E. Jaime Zúñiga	42	F	G	6to	Católica	E.G.	Ama de casa	Panadería
	Jairo Zúñiga Jaime	13	M	G	6to	Evangélica	E.	Estudiante	Venta de artesanías
	Ezequiel Zúñiga Jaime	9	M	G	3ro	Evangélica	E.	Estudiante	Venta de artesanías
	Jurdir Zuniga	8	M	G	1ro	Evangélica	E.	Estudiante	Ninguna
	Pedro Zúñiga Jaime	3	M	G	N.A.	Evangélica	E.	N.A.	N.A.
	Malaquías Zúñiga	53	M	G	4to	Ninguna	E.	Pesca	Fabricar Nasas
<b>26</b>	Flavio Flores	43	F	G	6to	Católica	G.E.	Ama de casa	Venta de comida
	Luis Martínez	46	M	G	6to	Evangélica	G.E.	Pesca	Agricultura
	Luis Martínez	12	M	G	3ro	Evangélica	G.E.	Estudiante	Ninguna
	José Martínez	11	M	G	4to	Católica	G.E.	Estudiante	Ninguna
	Samuel Martínez	8	M	G	2do	Católica	G.E.	Estudiante	Ninguna
	Flavio Martínez	17	F	G	7mo	Católica	G.E.	Estudiante	Ninguna
	David Martínez	1	M	G	N.A.	Católica	G.E.	N.A.	N.A.
<b>27</b>	Mirna Mayeli Flores	19	F	G	9no	Ninguna	E.	Ama de casa	Negocio Propio
	Cristofer Flores	1	M	G	N.A.	Ninguna	E.	N.A.	N.A.
	Adonis Flores	2	M	G	N.A.	Ninguna	E.	N.A.	N.A.
	Suyapa García	46	F	G	Ninguna	Ninguna	E.G.	Ama de casa	Venta de pescado
	German Valencia	4	M	G	N.A.	Ninguna	E.	N.A.	N.A.
	Weslyn Valencia	6	F	G	Preprimaria	Ninguna	E.	N.A.	N.A.

	Andrés Flores	47	M	G	Ninguna	Ninguna	E.G.	Pesca	Ninguna
<b>28</b>	Rocky Cardenas	50	M	L	6to	Ninguna	E.I.	Pesca	Caza Camarón
<b>29</b>	María Inés Fernández	50	F	G	5to	Ninguna	G.E.	Empleada Doméstica	Ninguna
<b>30</b>	Denis Suazo	28	M	G	6to	Evangélica	G.E.	Pulpería	Turismo
<b>31</b>	Francisco Solís	49	M	L	6to	Evangélica	G.E.	Pesca	Carpintería
	Alex Solís	24	M	L	6to	Evangélica	G.E.	Pesca	Carpintería

## Anexo 6. Formato de Encuesta

Escuela Agrícola Panamericana									
Diseño del Sistema de Almacenamiento y Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad de Chachahuate, Cayos Cochinos, Honduras									
Fecha								N° de Encuesta:	
Nombre del entrevistador (a)									
Nombre del/la entrevistado(a):								Edad:	Hombre Mujer
Departamento:		Islas de la Bahía				Municipio:	Roatán		
Comunidad:		Chachahuate							
<b>Composición de la familia</b>									
1	Hace cuánto tiempo vive usted en la comunidad?			Años:					
2	Cuántas personas viven en su casa?								
3	Todos en su casa utilizan la letrina?								
4	Cuánto gasta mensualmente en educación?			Lps.					
5	Su vivienda se abastece de agua por medio de:			Pozo comunal		Acarreador		Otros	
<b>Fuentes de abastecimiento de agua</b>									
<b>Conexiones comunales</b>									
6	Cuánto tiempo demora en traer el agua?			Mas media hr		Media hora		Menos de media hr	
7	Quién trae el agua a casa			La mujer		El hombre		Niños	Otro:
8	Cuántas veces a la semana traen agua?								
9	De dónde trae el agua?			Cayo Mayor		Nueva Armenia		Chachahuate 2	
				Otro:					
<b>Evaluación y conocimiento del sistema de agua</b>									
10	Cuándo disminuye la cantidad de agua en su casa?			En invierno		En verano		Nunca	
<b>Satisfacción del usuario</b>									
11	Estaría dispuesto a pagar adicional a la tarifa actual para tener un mejor servicio?			Si		No			
12	Cuánto estaría dispuesto a pagar adicionalmente?			Lps.					

13	Qué piensa del color del agua?		Muy buena		Buena		Regular		Mala
14	Qué piensa del sabor del agua?		Muy buena		Buena		Regular		Mala
15	Compra agua embotellada para tomar en su hogar?		Si		No				
16	Cuántos frescos de botella compró para su familia la semana pasada?		Lps.						
<b>Gestión comunitaria</b>									
17	Poseen una junta de agua?		Si		No		No sabe		
18	Conoce a los dirigentes de la junta? ( <i>Presidente, vice-presidente, tesorero, secretario, vocal, vigilantes del sistema y operador</i> )		Conoce a todos		Conoce algunos		No conoce		N/A
19	Conoce usted las funciones de los dirigentes?		Conoce todas		Conoce algunas		No conoce		N/A
20	Participó usted en la ultima asamblea realizada por la junta de agua?		Si		No				
21	Participa en actividades para proteger las fuentes de agua?		Si		No		A veces		
22	Qué tipo de actividades?		Reforestación		Cercado		Vigilancia		Limpieza
			Protección		Otros:				
<b>Salud y educación sanitaria</b>									
23	Recientemente algún miembro de la familia ha padecido de alguna enfermedad? ( <i>Marcar el mayor número de respuestas posibles</i> )		Tos		Fiebre		Diarrea		Malaria
			Conjuntivitis		Colera		Disentería		Dengue
			Problema en la piel				Otra:		
24	De qué se enferman mas en la casa?		Tos, gripe		Dolor de cabeza		Tristeza/ depresión		Diarrea
			Gastritis		Problema en la piel		Problema crónico(asma, diabetes, etc)		
24	Cuántos de los niños han tenido diarrea en el último mes? ( <i>SOLO niños menores de 5 años</i> )		1 niño		2 -3 niños		Mas de 3 niños		Ninguno
26	Guarda en su casa el agua para consumo?		Si		No				
27	Si es sí, en que guarda el agua? <i>Podemos ver por favor</i>		Tipo				Tapado		
			Botellas				Si	No	
			Tambo plástico				Si	No	
			Baldes				Si	No	
28	Cuándo se lava las manos? ( <i>No lea las respuestas</i> )		Antes de comer				Después de ir al baño		
			Antes de dar pecho al niño				Después de trabajar		

		Antes de preparar alimentos				Después de cambiar pañales al niño		
		Otros:						
29	Donde lava la ropa?	Nueva Armenia		Cayo Mayor		Lavandero propio		Otro
30	Qué hace usted con las verduras y frutas antes de comerlas o cocinarlas?	Lavarlas		Pelarlas		Ambas		Nada
31	Realiza algun tratamiento al agua que consumen?	Si		No				
	<b>Observaciones:</b>							
<i>Muchas gracias por su atención !!!!!!!</i>								



## Anexo 7. Clave de Encuesta

CLAVE		
No.	Variable	Clave
1	Número de encuesta	
2	No. Miembros de la Familia	Ninguna
3	Edad	Ninguna
4	Género	1=masculino; 2=femenino
5	Educación	0= ninguna;1-6 educación primaria;7-9=educación básica; 10-11=media(bachilleratos);12=técnicos;13=universidad;14=Kinder;15=No aplica(niños menores de 4 años)
6	Religión	0=Ninguna; 1= Católica; 2=Evangélica; 3=Adventista;4=Pentecostés; 5=Bahai; 6=Testigo de Jehová;7=Mormón;8=Bautista; 9=otra
7	Idioma	1=español;2=garífuna; 3=garífuna y español; 4=español, garífuna e inglés ; 5=español e inglés; 6= inglés; 7= otro
8	Ocupación Primaria	0= no aplica;1=pesca; 2=ama de casa; 3=turismo; 4=ganadería; 5=agricultura; 6=carpintería; 7= negocio propio; 8=jornalero; 9=estudiante; 10=taxista; 11=sastre;12=mecánico;13=profesor; 14=otro; 15=Ninguna
9	Ocupación Secundaria	0= no aplica;1=pesca; 2=ama de casa; 3=turismo; 4=ganadería; 5=agricultura; 6=carpintería; 7= negocio propio; 8=jornalero; 9=estudiante; 10=taxista; 11=sastre;12=mecánico;13=profesor; 14=otro; 15=Ninguna
10	Primera Fuente de Ingreso Familiar	0= Ninguna 1= Pesca, 2= Ganadería, 3= Agricultura, 4=Remesas, 5= Turismo, 6=Negocio Propio, 7= Otros
11	Segunda Fuente de Ingreso Familiar	0= Ninguna 1= Pesca, 2= Ganadería, 3= Agricultura, 4=Remesas, 5= Turismo, 6=Negocio Propio, 7= Otros
12	No. Años en Chachahuat	Ninguna
13	Uso de Letrinas	0=No; 1=Sí
14	Gasto Mensual en Educación (Lps)	Ninguna
15	Abastecimiento	1=Pozo comunal; 2=Acarreador; 3=Otro
16	Tiempo que demora en traer agua	1=Más de media hora; 2= Media Hora; 3=Menos de media hora
17	Quién trae el agua a la casa	1=Mujer; 2=Hombre, 3=Niños, 4=Otro, 5= Hombre y niño, 6=Hombre y mujer
18	Veces/ semana recolectan agua	Ninguna
19	Lugar de recolección	1=Cayo Mayor; 2=Nueva Armenia; 3=Chachahuat 2; 4=Otro
20	Disminución de cantidad de agua	1=Invierno; 2=Verano; 3=Nunca
21	Pago adicional	0=No; 1=Sí
22	Cuánto de pago adicional	Ninguna
23	Color del agua	1=Muy buena; 2= Buena; 3=Regular; 4=Mala
24	Sabor del agua	1=Muy buena; 2= Buena; 3=Regular; 4=Mala
25	Agua embotellada	0=No; 1=Sí

26	Refrescos de botella/ semana	Ninguna
27	Junta de agua	0=No; 1=Sí; 2= No sabe
28	Dirigentes	0=No conoce;1= Conoce a todos; 2=Conoce algunos; 3=No aplica
29	Funciones de dirigentes	0=No conoce;1= Conoce a todos; 2=Conoce algunos; 3=No aplica
30	Participación en Asambleas	0=No; 1=Sí
31	Actividades de protección	0=No; 1=Sí
32	Tipo de actividades de protección	1=Reforestación; 2=Cercado; 3= Vigilancia; 4=Limpieza; 5=Protección; 6=Otra
33	Padecimiento de enfermedad	1=Tos, gripe, fiebre; 2= Diarrea; 3= Problemas de piel; 4= Conjuntivitis; 5= Cólera; 6= Dengue; 7= Otra; 8=Ninguna
34	Enfermedad más común	1=Tos, gripe; 2= Diarrea; 3= Problemas de piel; 4= Dolor de cabeza; 5= Gastritis; 6= Problemas crónicos (asma, diabetes, etc.); 7=No existe
35	Existencia de niños con diarrea	Ninguna
36	Guarda agua	0=No; 1=Sí
37	Botellas/Baldes/ Tambos	1=Botellas; 2=Baldes;3=Tambos, 4=Tambos, baldes
38	Recipientes tapados	0=No; 1=Sí; 2= Algunos
39	Lavar las manos (Adultos)	1= Antes de comer; 2= Antes de dar pecho; 3= Antes de preparar alimentos; 4= Después de ir al baño; 5= Después de trabajar; 6= Después de cambiar pañales al niño; 7= Siempre
40	Lavar las manos (Niños)	1= Antes de comer; 2= Antes de dar pecho; 3= Antes de preparar alimentos; 4= Después de ir al baño; 5= Después de trabajar; 6= Después de cambiar pañales al niño; 7= Siempre
41	Lavar ropa	1= Nueva Armenia; 2= Cayo Mayor; 3= Lavadero propio; 4= Otro
42	Lavado de frutas y verduras	1= Lavarlas; 2= Pelarlas; 3= Ambas; 4= Nada
43	Tratamiento de agua	0=No; 1=Sí

## Anexo 8. Análisis de Precipitación de Roatán 1996-2005

<b>Mes</b>	<b>Precipitación</b>
<b>Enero</b>	328.38
<b>Febrero</b>	119.10
<b>Marzo</b>	110.69
<b>Abril</b>	44.47
<b>Mayo</b>	54.50
<b>Junio</b>	69.75
<b>Julio</b>	137.90
<b>Agosto</b>	115.11
<b>Septiembre</b>	129.47
<b>Octubre</b>	394.24
<b>Noviembre</b>	462.43
<b>Diciembre</b>	395.36
<b>Total mm/año</b>	2361.40
<b>Media (sep-ene)</b>	341.98
<b>Máxima (mm/mes)</b>	462.43
<b>Mínima (mm/mes)</b>	44.47

## Anexo 9. Costos de la implementación de las alternativas de solución para el abastecimiento de agua en Cayo Chachahuate

<b>Alternativa</b>	<b>Costo (\$)</b>
<b>Pozo</b>	4,605.26
<b>Cosecha de agua de lluvia</b>	20,941.84
<b>Acarreo desde la costa</b>	1,152,631.58
<b>Cambio de uso</b>	300,000.00