

# **ANÁLISIS DE LINEA BASE SOBRE EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN LA REGIÓN DEL GRAN CARIBE**





**Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente  
Programa Ambiental del Caribe  
Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas**

**ANÁLISIS DE LINEA BASE SOBRE EL MANEJO DE LAS AGUAS  
RESIDUALES DOMESTICAS EN LA  
REGIÓN DEL GRAN CARIBE**

**La Habana, Septiembre 2010**

©2010 Cimab



Carretera del Cristo No. 3 Esquina a Tiscornia  
Casablanca. La Habana, Cuba.  
Dirección Postal: Apartado 17029. Habana 11700. Cuba.  
Fax: (537) 338250 Teléfono: (537) 624387; 623051 al 58  
E-mail: cimab@transnet.cu

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para propósitos educativos y no lucrativos sin permiso del autor, una vez que la fuente sea mencionada.

**Para efectos bibliográficos este documento debe ser citado como:**

Cimab, 2010. Análisis de línea base sobre el manejo de las aguas residuales domesticas en la región del Gran Caribe. Informe Final, 46pp.

## AUTORES Y COLABORADORES

### AUTORES:

**Felix Palacios**

**Antonio Villasol \***

**Liuba Chabalina \***

**Ernesto García \***

**Orleans García \***

**Marko Totic, PNUMA - UCR/CAR**

**Marlén Pérez, \***

**Cristian Morales \***

*\*Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Cimab)*

### COLABORADORES:

**Nelson Andrade, Chris Corbin, Nadia-Deen Ferguson, Unidad de Coordinación Regional del Programa Ambiental del Caribe, UCR/CAR-PNUMA.**

**Agustín Arturo Chávez Pérez, Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE), Colombia**

**Andrea Jones Bennett, National Environmental and Planning Agency (NEPA), Jamaica**

**Benjamín Alvarez, Aguas de Cartagena, S.A., (ACUACAR) Colombia.**

**Dr. Judy Roche, Institute of Marine Affairs (IMA), Trinidad & Tobago**

**Geeta Singh, Guyana.**

**Homero Silva, Organización Panamericana de la Salud (OPS), Jamaica**

**Jerome Smith, Environment Management Division, Office of the Prime Minister (EMD-OPM), Jamaica**

**La'Toya Jackson, National Water Commission (NWC), Jamaica**

**Lewis Lakeman, National Water Commission (NWC), Jamaica**

**Michelle Watts, Water Resources Agencies (WRA), Jamaica**

**Nilsia Jonson, Environmental Health Unit of the Ministry of Health (EHU-MOH), Jamaica**

**Petrona Gago, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Nicaragua.**

**Shani Parchment, National Environmental and Planning Agency (NEPA), Jamaica**

**Shelley Soetosenojo, Ministry of Labour, Technological Development & Environment, Suriname**

**Nancy Wijngaarde, Ministry of Labour, Technological Development & Environment, Suriname**

**José Luis Díaz Torres, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Venezuela**

**Tashana Redmond, Guyana**

**William Broughton, Ministry of Health (MOH), Jamaica**

**William Senior, Universidad de Oriente (UDO), Venezuela.**

## TABLA DE CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>II. ANÁLISIS DE LÍNEA BASE EN PAÍSES DE LA RGC</b> .....  | <b>3</b>  |
| II.1. JAMAICA .....  | 3         |
| II.2. NICARAGUA .....  | 7         |
| II.3. TRINIDAD Y TOBAGO.....   | 11        |
| II.4. COLOMBIA.....  | 15        |
| II.5. VENEZUELA.....   | 20        |
| II.6. GUYANA.....  | 28        |
| II.7. SURINAM .....  | 31        |
| <b>III. BASES PARA EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA RGC</b> ..... | <b>35</b> |
| III.1. COBERTURA DE SANEAMIENTO .....  | 37        |
| III.2. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....  | 42        |
| III.3. EDUCACIÓN AMBIENTAL .....   | 43        |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | <b>44</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....   | <b>45</b> |
| <b>REFERENCIAS</b> .....   | <b>45</b> |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. CARGAS CONTAMINANTES DOMÉSTICAS ESTIMADAS DISPUESTAS A LA BAHÍA DE BLUEFIELDS .....              | 9  |
| TABLA 2. FUENTES CONTAMINANTES A LA BAHÍA DE BLUEFIELDS .....   | 9  |
| TABLA 3. FACILIDADES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y FLUJO ( $M^3 \cdot DIA^{-1}$ ) ..... | 13 |
| TABLA 4. MARCO LEGAL ASOCIADO A LAS ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO. ....                                      | 23 |
| TABLA 5. MARCO INSTITUCIONAL ASOCIADO A LAS ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO .....                              | 25 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. HOT SPOTS APLICABLES AL PROYECTO CREW .....  | 3  |
| FIGURA 2. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUALES EN KINGSTON Y ST. ANDREW .....                                | 4  |
| FIGURA 3. PTR SOAPBERRY EN EL ÁREA METROPOLITANA DE KINGSTON .....   | 5  |
| FIGURA 4. PTR MALABAR EN TRINIDAD .....  | 12 |
| FIGURA 5. PTR BEETHAM EN TRINIDAD.....   | 12 |
| FIGURA 6. BOCANA ESTABILIZADA DE MAREA.....  | 16 |
| FIGURA 7. EMISARIO SUBMARINO PROYECTADO. CARTAGENA      FIGURA 8. MILI-TAMICES PARA EL PRE-TRATAMIENTO ..... | 17 |
| FIGURA 9. ACTIVIDAD SOCIOECONÓMICA EN EL GOLFO DE CARIACO.....   | 21 |
| FIGURA 10. DESCARGA DEL RIO MANZANARES DESDE EL LITORAL SUR HASTA EL NORTE EN EL GOLFO DE CARIACO .....      | 22 |
| FIGURA 11. VERTIMIENTOS INCONTROLADOS AL GOLFO DE CARIACO .....  | 22 |
| FIGURA 12. EMISARIO SUBMARINO EN LA DESEMBOLADURA DEL RÍO DEMERARA.....                                      | 29 |
| FIGURA 13. DESEMBOLADURA DEL RÍO SURINAM, CERCA DE LA CIUDAD DE PARAMARIBO.....                              | 32 |
| FIGURA 14. POBLACIÓN COSTERA TRIBUTARIA A HOT SPOTS DE LA RGC.....   | 37 |
| FIGURA 15. CAUDAL DISPUESTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS A HOT SPOTS DE LA RGC.....                        | 38 |
| FIGURA 16. COBERTURA DE SANEAMIENTO EN LAS CUENCAS TRIBUTARIAS A HOT SPOTS DE LA RGC .....                   | 39 |
| FIGURA 17. PORCENTAJE DE EFLUENTES DE ALCANTARILLADO CON ALGÚN GRADO DE TRATAMIENTO .....                    | 39 |
| FIGURA 18. ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LAS COMUNIDADES COSTERAS.....                              | 44 |

## I. INTRODUCCIÓN

En la Región del Gran Caribe (RGC), el tratamiento inadecuado de las aguas residuales domésticas puede constituir una fuente significativa de contaminación marina y representa una amenaza para la salud humana, el desarrollo sostenible y los recursos marinos. Sin embargo, se observa una tendencia al estancamiento en los servicios de saneamiento de muchas ciudades de la región a medida que aumenta el tamaño de la población y la economía. Además, los recursos naturales vitales para el desarrollo económico se pierden o malgastan como resultado de prácticas y políticas urbanas incorrectas y por la ocupación de los espacios menos aptos para el urbanismo que incrementan la presión sobre estos recursos a medida que avanza la frontera urbana, convirtiendo a las ciudades en verdaderos sumideros <sup>1</sup>.

Los problemas ambientales asociados a la urbanización no controlada tienen especial repercusión sobre los sectores más pobres de la ciudad, aquellos que habitan las viviendas más precarias y tienen un mínimo acceso a los servicios públicos. Pero el mayor impacto de la ocupación urbana incontrolada ocurre sobre el medio ambiente producto de la contaminación de las aguas terrestres y marinas, el agotamiento de las reservas de agua, la destrucción de bosques y fértiles terrenos agrícolas, así como su incidencia negativa en el área de territorio ecológicamente productivo - conocido como la huella ecológica- a medida que se expande el radio urbano. Los impactos más severos se presentan en la reducción del agua potable y las afectaciones a la calidad de la vivienda, la salubridad y a los servicios de saneamiento <sup>2</sup>.

En los países de la RGC, un sector importante de la población habita en las áreas costeras con deficientes sistemas de alcantarillado y carentes en algunos casos, y conexiones clandestinas al drenaje pluvial. El acceso limitado a un saneamiento básico mediante la conexión domiciliar a una red de alcantarillado, pozo séptico, letrina seca y con descarga de agua, y la simple letrina de hoyo, así como la escasez de plantas de tratamiento de residuales en países que cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario provocan el vertimiento de las aguas residuales domésticas a los ecosistemas marino-costeros sin un tratamiento apropiado con altos riesgos a la salud pública y ambiental <sup>3</sup>.

Un análisis del comportamiento de la cobertura de saneamiento en la región muestra una gran variedad en su extensión y especificidad de tratamiento debido a que los países presentan características muy diferentes no solo en cuanto a su desarrollo socio-económico sino también en su cultura y tradiciones, lo que influye significativamente en la vida de sus pobladores y en su calidad ambiental. Al confrontar la evolución de estos servicios en la RGC durante las tres últimas décadas con otras regiones del mundo, la situación de la cobertura de saneamiento podría considerarse razonablemente aceptable.

Sin embargo, en términos de la universalización de la cobertura los números absolutos son preocupantes, al tener en cuenta que un estimado de 100 millones de habitantes -el 15% de la población costera tributaria- no disponen de acceso a los servicios de saneamiento básico mientras que el 43% de los efluentes procedentes de los sistemas de alcantarillado sanitario reciben algún grado de tratamiento (pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario o la evacuación de las aguas residuales domésticas mediante emisarios submarinos) <sup>4</sup>.

Por consiguiente, el gran reto está asociado a la expansión de la cobertura de los servicios de saneamiento, e incrementos en la eficiencia de los sistemas de alcantarillado sanitarios y en los sistemas alternativos de acceso a saneamiento mejorado *in situ*, unido a la concientización ambiental, la calificación y entrenamiento del personal para el sector de saneamiento, adecuadas políticas ambientales y el mejoramiento de programas de manejo de las aguas residuales domésticas. La insuficiencia en las facilidades de tratamiento de las aguas residuales domésticas continúa siendo uno de los problemas sanitarios más graves en la mayoría de los países de la RGC. La ratificación y puesta en vigor del Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres (Protocolo FTCM) por los países de la región, sin dudas será una herramienta jurídica de inestimable valor para lograr la erradicación de este problema que afecta la salud humana y el desarrollo sostenible de los recursos marinos.

El trabajo muestra un estudio preliminar de Línea Base sobre el manejo de las aguas residuales domésticas en ecosistemas marino-costeros contaminados (hot spots) de Colombia (Bahía de Cartagena), Jamaica (Bahía de Kingston), Nicaragua (Bahía de Bluefields), Trinidad y Tobago (Golfo de Paria), Venezuela (Golfo de Cariaco), Guyana (Georgetown) y Surinam (Paramaribo) y el diseño de un plan de manejo para su rehabilitación ambiental en el marco del Proyecto “Caribbean Revolving Fund for Wastewater Management” conocido como CReW.

El Proyecto CReW está dirigido a mejorar las capacidades de los países de la RGC para el manejo de las aguas residuales, desarrollar un prototipo de Fondo Regional, proveer un financiamiento sustentable para proyectos de manejo de aguas residuales y abordar las restricciones de capacidades en los países dentro de un marco legal, institucional, educacional y político para el manejo de las aguas residuales dispuestas en la RGC.

El objetivo del Proyecto CReW es mejorar la capacidad de los países de la región para el manejo de las aguas residuales, desarrollar un prototipo de Fondo Regional, proveer la financiación sostenible y abordar las restricciones de capacidad en los países dentro de un marco legal, institucional, educacional y político para el manejo de las aguas residuales en la RGC.

Los hot spots constituyen áreas marino-costeras contaminadas de alta significación en cada uno de los países involucrados por su gran valor social y económico asociado a su uso pesquero, marítimo-portuario, industrial, turístico-recreativo y cultural (Figura 1).



Figura 1. Hot spots aplicables al proyecto CRw

## II. ANÁLISIS DE LÍNEA BASE EN PAÍSES DE LA RGC

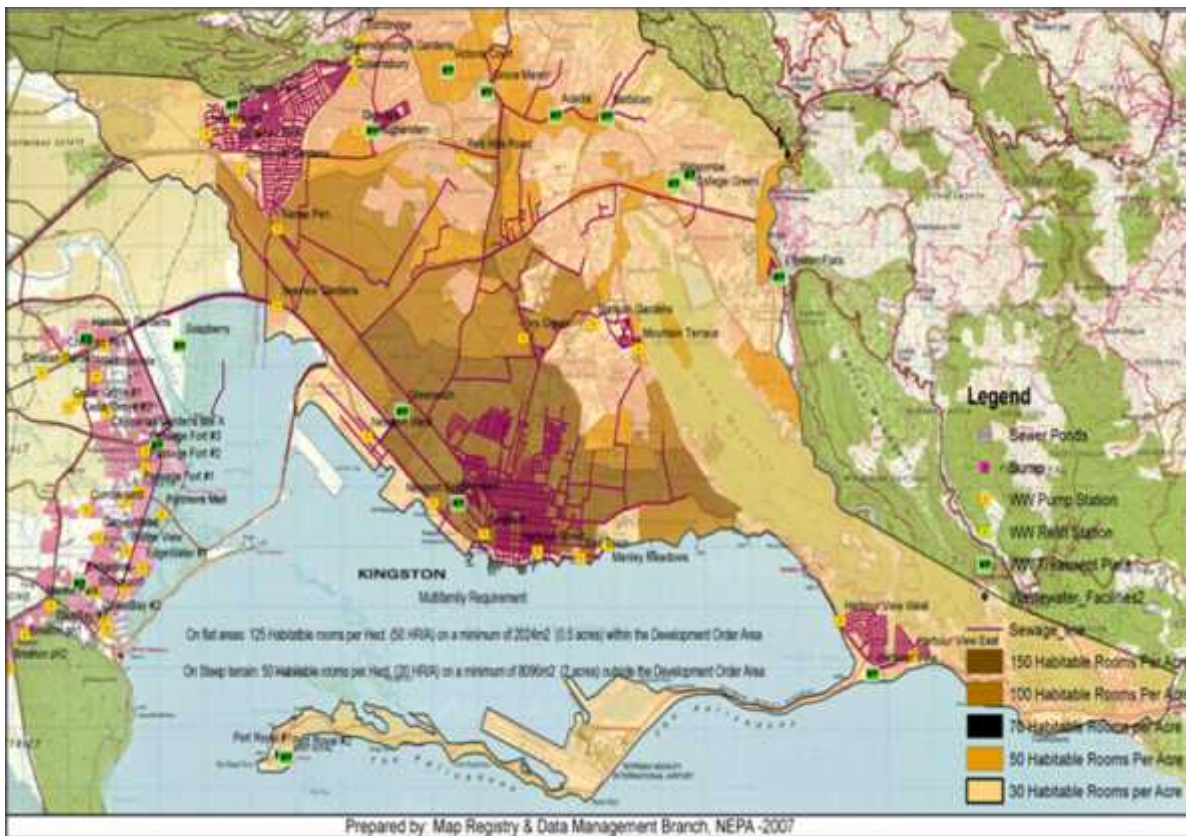
### II.1. Jamaica

La Bahía de Kingston se asienta en la costa Sureste de Jamaica colindante con la Ciudad de Kingston y su cuenca tributaria total tiene un área de drenaje de 365 km<sup>2</sup> con una población de 920,000 habitantes.

Las aguas residuales domésticas son colectadas de las viviendas, empresas y otras entidades mediante ramales laterales de alcantarillado que se entroncan a una conductora pública soterrada o tubería matriz que transporta por gravedad y/o por bombeo, el agua residual hasta las Plantas de Tratamiento de Residuales (PTRs). En la cuenca de la Bahía de Kingston se localizan 14 PTRs que descargan sus efluentes con diferentes grados de tratamiento a la bahía a través de los cursos de agua tributarios, en su mayoría a través del canal Sandy Gully y 2 PTRs descargan directamente al mar. La Comisión Nacional de Aguas de Jamaica (NWC) opera 11 PTRs y el



resto es operado por entidades privadas (Figura 2). Otras plantas de tratamiento radican en el área de Kingston en el sector industrial.



**Figura 2. Plantas de tratamiento de residuales en Kingston y St. Andrew**

En general, PTRs usan tratamientos biológicos secundarios mediante lodos activados aunque las tecnologías de tratamiento incluyen, además, lagunas aireadas, aireación extendida, estabilización por contacto, canales de oxidación y tanques sépticos.

El uso de lagunas de estabilización está muy extendido en la cuenca tributaria a la Bahía de Kingston, por parte de la NWC, debido a su simplicidad, eficiencia, menos susceptible a fallas y los bajos costos de capital, operación y mantenimiento. NWC es el proveedor principal de los servicios de saneamiento en Jamaica y se ocupa del tratamiento y disposición de las aguas residuales generadas por más de 600,000 habitantes.

La cobertura de saneamiento incluye las PTRs que cubren un 47%, los tanques sépticos con el 46% y las letrinas con el 7%. El flujo de aguas residuales domésticas dispuestas a la Bahía de Kingston se estima en  $0.84 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ . El efluente tratado en las PTRs contiene concentraciones medias de  $24.8 \text{ mg DBO}_5 \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $22.87 \text{ mg SST} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $6.9 \text{ mg NO}_3\text{-N} \cdot \text{L}^{-1}$  y  $5.53 \text{ mg PO}_4\text{-P} \cdot \text{L}^{-1}$  que exceden los estándares de calidad de Jamaica para su descarga a las aguas marinas con riesgos de

eutrofización en zonas de baja circulación de las aguas y daños a la salud pública. Los coliformes fecales muestran, asimismo, valores muy altos de 843.37 /100 ml <sup>5</sup>.

La cuenca tributaria a la Bahía de Kingston cuenta con el sistema de alcantarillado más antiguo de la RGC con más de 100 años de explotación y proporciona una cobertura de saneamiento del 30%. La PTR Soapberry es la mayor de Jamaica con una capacidad de 75,000 m<sup>3</sup> e incluye tratamiento terciario (Figura 3).



**Figura 3. PTR Soapberry en el Área Metropolitana de Kingston**

La PTR Soapberry fue diseñada para concentrar el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en el Área Metropolitana de Kingston y el Sureste de St. Catherine (Portmore). Esta PTR entró en operación en el 2008 y en la actualidad reemplaza a las PTRs Greenwich, Barbican Mews, Western y otras plantas de tratamiento que fueron experimentando cambios operacionales y habían excedido su vida útil económica. Las PTRs Greenwich y Western han sido convertidas en estaciones de bombeo. Es propósito del NWC configurar el sistema de alcantarillado en el área de drenaje de Kingston para evacuar los flujos de aguas residuales domésticas hacia el alcantarillado central de la PTR Soapberry y racionalizar sus PTRs donde sean técnicamente viables. Algunas de éstas incluyen a las PTRs College Green, Widcombe/Ravina y Grove Manor.

Las actividades socioeconómicas principales incluyen el sector comercial e industrial, el sector urbano, el turismo, la actividad marítimo-portuaria y las áreas protegidas. La escorrentía urbana constituye uno de los principales problemas ambientales del territorio, debido al aporte de aguas contaminadas y residuos sólidos que son vertidos con frecuencia en el canal Sandy Gully.

El marco legal para el manejo de las aguas residuales domésticas en Jamaica comprende:

- Ley de Conservación de los Recursos Naturales (NRCA), 1991
- Regulaciones de Permisos y Licencias (NRCA), 1996
- Regulaciones para el manejo de aguas y lodos residuales (NRCA) (*en proceso*).

- Ley de la Comisión Nacional de Agua (NWC).
- Política de Conexión de Aguas Residuales Domesticas (NWC).
- Ley de Salud Pública.

Otras obligaciones legales aplicables en Jamaica incluyen la Convención de Cartagena y su Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres (Protocolo FTCM), así como la formulación y observancia de estándares y códigos de práctica. Todas las aguas marino-costeras de Jamaica son consideradas de Clase I, según el Anexo III del Protocolo FTCM que considera licencias para las descargas de efluentes y la voluntad para reducir los estándares de los límites de efluentes para el año 2015.

El Programa Nacional de Acción para la Protección del Ambiente Costero y Marino (NPA) en el período 2005-2010 provee un marco de manejo integrado para las fuentes y actividades terrestres e identifica tres áreas de prioridad:

- Tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas.
- Mejores prácticas agrícolas para la conservación de los suelos, y el uso de fertilizantes y pesticidas.
- Recolección y disposición de residuos sólidos.

Los asuntos claves asociados con el manejo de las aguas residuales son:

- Disposición y reuso de los lodos residuales procedentes de las PTRs.
- Disposición y reuso del efluente tratado.
- Insuficientes mantenimientos preventivos en las PTRs.
- Inadecuados sistemas de tarifas y penalidades en el sector de saneamiento.
- Expansión de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario.
- Los bajos niveles de eficiencia de las PTRs no alcanzan los límites de efluentes actuales.
- Tarifas no adecuadas para cubrir los gastos de operaciones y la inversión de capital de las PTRs.
- Recolección y tratamiento de residuos industriales, en particular el manejo de los lodos residuales.

Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto GEF CReW son:

- i. Expansión de la red de alcantarillado en el Área Metropolitana de Kingston y su tratamiento en la PTR Soapberry.
- ii. Expansión de red de alcantarillado en Portmore, St. Catherine para su tratamiento en la PTR Soapberry.
- iii. Construcción de una nueva PTR en Harbour View, St. Andrew.
- iv. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales.

## III.2. Nicaragua

Por sus características climáticas, edafológicas y topográficas, Nicaragua se divide en tres grandes regiones naturales: Pacífico, Central y Atlántico o Caribe. La Región del Pacífico, representa el 19% de la superficie del territorio nacional y es la más desarrollada y densamente poblada. La Región Central ocupa el 39% de la superficie del territorio nacional y se caracteriza por su relieve accidentado y un clima fresco. La Región del Caribe comprende el 42% del territorio nacional y está formada por una extensa llanura con riesgos de inundaciones y es donde se localiza la Bahía de Bluefields.

La Ciudad de Bluefields, cabecera municipal, se encuentra ubicada en la costa Noroeste de la bahía del mismo nombre y tiene una población de 40,000 habitantes. La zona costera está conformada por distintos tipos de humedales, pantanos, manglares, lagunas costeras, estuarios, ríos, bosques de galería e inundados, playas y barras, entre otros. Frente al extremo Noreste de la Isla del Venado se localiza El Bluff con una población de 2,000 habitantes, cuyo puerto tiene una gran importancia económica para el territorio.

La Bahía o Laguna de Bluefields tiene una superficie de 176 km<sup>2</sup>, posee una forma alargada con orientación Norte-Sur, su longitud es de 30 km y tiene un ancho variable entre 3 y 8 km. Tiene una gran importancia económica por su alta actividad pesquera pues su carácter de estuario le permite albergar muchas especies marinas en diferentes estadios de sus ciclos vitales. En noviembre de 2001 fue declarada como Sitio Ramsar, y forma parte del listado de humedales de importancia Internacional.

La bahía constituye la principal vía de acceso del comercio local entre el Bluefields y el Puerto del Rama e internacional a través del Puerto del Bluff. La actividad productiva de la ciudad y de toda la región (con una categoría media de desarrollo industrial) está muy vinculada a sus recursos naturales fundamentales que son los pesqueros, forestales y agropecuarios.

La principal cuenca tributaria está formada por el Río Escondido que descarga  $26 \times 10^9 \text{ m}^3 \cdot \text{año}^{-1}$  de agua dulce en la Bahía de Bluefields y aporta  $5 \times 10^6$  toneladas anuales de material suspendido. Tiene una superficie de 12,700 km<sup>2</sup> y 75 km de longitud. Al Sur de la bahía tributan los ríos Docuno, Torsuani y Kukra, y sus riberas son cultivadas por escasas familias del grupo étnico Rama.

La Ciudad de Bluefields se asienta en la costa Noroeste de la bahía, en la parte baja de la Cuenca del Río Escondido, sobre cuatro microcuencas que constituyen el drenaje natural de la ciudad y no cuenta con un Plan de Ordenamiento Urbano.

El sector urbano comprende 496.55 ha y no son aptas para el asentamiento humano alrededor de 144 ha. En los últimos años el crecimiento poblacional de la ciudad ha sido acelerado, desordenado y mal planificado con una migración rural-urbana que condiciona la estructura urbana actual y aumenta la presión sobre los servicios de saneamiento público.

Existen 6,704 viviendas en el centro urbano de la ciudad de Bluefields aunque en su mayoría no tienen acceso a los servicios del agua potable y de recolección de residuos sólidos municipales. La ciudad carece totalmente de un sistema de recogida y disposición de sus aguas residuales domésticas lo que provoca la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y en la propia bahía.

El impacto del huracán Juan en Octubre de 1988 sobre los bosques de manglares provocó pérdidas estimadas en 250,000 ha y la disminución de su capacidad de regeneración que ha contribuido a los procesos de erosión y transporte de sedimentos a la bahía donde el hábitat de la fauna silvestre ha sido fuertemente alterado.

Otros factores tales como la topografía del suelo, disponibilidad del agua potable, actividades económicas y la carencia de programas de educación ambiental contribuyen al deterioro ambiental de la bahía. Sin embargo, la concentración urbana e industrial es baja lo que limita los problemas graves de contaminación que en general son de carácter local y están asociados a las actividades agrícolas, ganaderas y mineras.

El 35.4% de la población de Bluefields habita en barrios de fácil acceso al agua, un 14.7% con acceso intermedio y la mitad de la población tiene serios problemas de abastecimiento durante el verano. En el 2008 se puso en marcha una Planta Desalinizadora que suministra  $5,000 \text{ m}^3 \cdot \text{día}^{-1}$  de agua potable pero no opera correctamente y no ha logrado mejorar el abasto de agua a la ciudad y en contraposición genera  $5,000 \text{ m}^3$  de salmuera residual que se vierte a la Bahía de Bluefields sin tratamiento alguno.

La Ciudad de Bluefields carece totalmente de un sistema de recogida y disposición de sus aguas residuales domésticas, la ausencia de este servicio constituye la causa principal de la contaminación del subsuelo, de los arroyos que atraviesan la ciudad y de la bahía.

Más de la mitad de población (54.4%), elimina las excretas por medio de letrinas públicas que no separan adecuadamente las excretas humanas y son incorporadas al drenaje pluvial mientras que el 45.5% utiliza letrinas con descarga de agua (inodoros) con conexiones clandestinas al propio drenaje que tributa a la Bahía de Bluefields. El flujo estimado de aguas residuales domésticas dispuestas a la bahía es  $0.38 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ .

La tabla 1 muestra las cargas contaminantes domésticas estimadas dispuestas a la bahía.

**Tabla 1. Cargas contaminantes domésticas estimadas dispuestas a la Bahía de Bluefields**

| Indicador   | Carga estimada       |                     |
|---|----------------------|---------------------|
|   | kg.día <sup>-1</sup> | t.año <sup>-1</sup> |
| Demanda química de oxígeno (DQO)                  | 1,800                | 657                 |
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | 756                  | 276                 |
| Nitrógeno Total (NT)                              | 36                   | 13                  |
| Fósforo Total (PT)                                | 14                   | 5                   |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                 | 1,260                | 460                 |

La tabla 2 muestra las principales fuente contaminantes terrestres a la Bahía de Bluefields. Estas aguas residuales son vertidas a la bahía sin tratamiento a través de los drenajes pluviales y los cursos de aguas superficiales.

**Tabla 2. Fuentes contaminantes a la Bahía de Bluefields**

| Actividad Económica           | Establecimientos Inventariados |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Queseras artesanales          | 68                             |
| Asentamientos humanos         | 31                             |
| Centros de salud y hospitales | 17                             |
| Hoteles                       | 17                             |
| Matarife de res y cerdos      | 13                             |
| Basureros municipales         | 9                              |
| Rastros municipales           | 7                              |
| Empresas de mariscos          | 3                              |
| Acopios de leche              | 3                              |
| Aserríos                      | 2                              |
| Industrias lácteas            | 1                              |
| Empresas palma africana       | 1                              |

Wilhelm Gutierrez T. Inventario nacional de cargas contaminantes. Informe técnico. 2009

Estos focos contaminantes vierten sus aguas residuales prácticamente sin tratamiento alguno a los drenajes pluviales cuyo destino es la bahía. Algunas instalaciones cuentan con tanques sépticos pero no se vacían (remoción de los lodos) con periodicidad por los servicios especializados de carros fosas.

El Bluff es un distrito urbano de Bluefields y es la sede de los reservorios de combustible y derivados de petróleo. El Bluff cuenta con un astillero y se limita a las actividades portuarias y pesqueras. En el Bluff las aguas residuales domésticas son vertidas al mar y a los pantanos. El uso de tanques sépticos es mínimo y predominan las letrinas. El deterioro ambiental del ecosistema Bahía de Bluefields es considerado una limitante para el desarrollo sostenible en el territorio.

El Ministerio de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) es el rector de la política ambiental en Nicaragua. Existe la Estrategia de Desarrollo Humano del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional que tiene como propósito superar la pobreza y transformar a Nicaragua a través de un modelo alternativo de desarrollo más justo y solidario con una nueva estructura de poder ciudadano y democracia directa para garantizar los derechos ambientales, con el lema “habitar en un ambiente sano y al uso sostenible de los recursos naturales”.

Los principios políticos de la estrategia de desarrollo humano se basan en:

- Los recursos agua, tierra, bosque, biodiversidad, costeros-pesqueros, energéticos y mineros y ambientales son útiles para los medios de vida de los pobres.
- No debe pretenderse que la mejora del medio ambiente pueda posponerse hasta que el crecimiento económico haga disminuir la pobreza.

Las Políticas Ambientales del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional basadas en los principios expresados en la Estrategia de Desarrollo Humano para el periodo 2007-2011 son:

*Política 1:* Restituyendo los valores de identidad cultural con la naturaleza.... educación ambiental para todos y todas.

*Política 2:* Cuido y resguardo de nuestras fuentes hídricas. Rescatando el patrimonio natural... el agua es vida.

*Política 3:* Rescate de nuestros recursos naturales, bosques, ecosistemas, biodiversidad y áreas protegidas.

*Política 4:* Sistematización de calidad ambiental... propiciar formas de desarrollo libre de la contaminación ambiental.

*Política 5:* Ordenamiento ambiental territorial.

*Política 6:* Manejo de cuencas reforestadas ante el cambio climático.

Los programas de educación ambiental resultan informales y se ejecutan a través de MARENA y la Alcaldía en el área de reforestación y saneamiento ambiental. No se conoce por parte del Ministerio de Educación programas de educación formal asociados a la actividad de saneamiento.

Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto GEF CReW son:

- i. Rehabilitación de la infraestructura de saneamiento existente.
- ii. Completamiento de la cobertura de saneamiento mediante sistemas mejorados *in situ* compuesto por tanques sépticos y pozos absorbentes.
- iii. Plan Maestro de manejo de las aguas residuales en Bluefields.

### III.3. Trinidad y Tobago

Trinidad y Tobago está situado en parte más meridional de la cadena de islas de las Antillas Menores entre 10 ° y 11° 30' latitud N y 60° y 62° 30' longitud W. Ambas islas cubren una área de 5,123 km<sup>2</sup> y presentan una línea de costa muy variada con zonas pantanosas y una flora y fauna de alta diversidad. Trinidad, donde se localiza el Golfo de Paria, tiene un área de 4,823 km<sup>2</sup> con un paisaje caracterizado por montañas, empinadas colinas y llanuras. En comparación con el resto de las pequeñas islas de las Antillas Menores, Trinidad y Tobago está industrializado con una economía basada en la industria del petróleo y una industria turística con rápido crecimiento.

Las principales actividades socioeconómicas están constituidas por la actividad marítimo-portuaria, refinerías de petróleo, siderurgias, fertilizantes, gases industriales, procesadoras de alimentos, cervecerías, alimentación animal y los cosméticos, la industria del papel y manufactureras, escuelas, asentamientos urbanos y agrícolas y la industria médica. Los intereses en la zona marítima del Golfo de Paria comprenden la pesca y el transporte marítimo.

La población de Trinidad se estima en 1'208,282 habitantes mientras que la población costera tributaria al Golfo de Paria se estima en 1'055,307 habitantes y representa el 83% de la población total.

El área de drenaje al Golfo de Paria es 2,386 km<sup>2</sup> que representa el 47% del total en el país. El caudal de aguas residuales domésticas dispuestas se estima en 1.28 m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup>. La cobertura de saneamiento con conexión a los sistemas de alcantarillado municipales representa el 30% y el resto corresponde a sistemas caseros mejorados *in situ* compuesto por tanques sépticos y pozos absorbentes (42%), así como por letrinas secas y con descarga de agua que separan adecuadamente las excretas humanas (28%). El porcentaje de efluentes de alcantarillado con algún grado de tratamiento se estima en un 30%.

En Trinidad y Tobago existen 160 PTRs (12 públicas y 148 privadas). En años recientes la atención ha estado dirigida a la evaluación y rehabilitación de estas plantas, algunas de las cuales están inactivas o no están funcionando correctamente. La figura 4 muestra la PTR Malabar en Trinidad.





**Figura 4. PTR Malabar en Trinidad**

La PTR Beetham está basada en un sistema de lagunas y asimila residuales domésticos e industriales (Figura 5). Las tres etapas operacionales son:

- Tratamiento preliminar por etapas mediante cribado y remoción por espiral.
- Tratamiento secundario con aereadores mecánicos superficiales.
- Tratamiento terciario por ultravioleta para la desinfección al final del efluente.



**Figura 5. PTR Beetham en Trinidad**

La tabla 3 resume las facilidades de tratamiento de las aguas residuales domésticas.

**Tabla 3. Facilidades de tratamiento de aguas residuales domésticas y flujo (m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup>)**

| Sitio              | Tipo de tratamiento                      | Flujo de diseño | Flujo actual |
|--------------------|--|-----------------|--------------|
| Beetham            | Lagunas de estabilización                | 56,780          | 14,300       |
| Arima              | Filtro biológico por goteo               | 6,520           | 5,000        |
| San Fernando       | Filtro biológico por goteo               | 17,080          | 6,000        |
| Chaguaramus        | Tanque Imhoff y filtro biológico de cama | -               | 354          |
| WASA Head Office   | Aireación extendida                      | 130             | 31           |
| Trincity           | Lodos activados                          | 1,000           | 1200         |
| Santa Rosa Heights | Estabilización de contacto               | 1,560           | 1 560        |
| Piarco             | Aireación extendida                      | 176             | 162          |
| Lange Park         | Aireación extendida                      | 681             | 217          |
| Penco Lands        | Aireación extendida                      | 143             | 185          |
| Techier Village    | Estabilización de contacto               | 454             | 400          |

Dentro de las alternativas tecnológicas de bajo costo se prevé un proyecto de compostaje de desechos de retretes (aguas negras) en el valle del Río Caura/Tacarigua para el año 2010. Además, existen programas de monitoreo en ríos y cursos de agua que afectan la zona costera y un programa de monitoreo de aguas residuales domésticas bajo el auspicio de la Agencia de Recursos del Agua (WASA). Con el auspicio de la Autoridad de Manejo Ambiental (EMA) se desarrolla un programa de monitoreo individual bajo un Certificado de las Reglas de Saneamiento Ambiental (CEC).

Los tres principales sistemas de alcantarillado sanitario son:

- *Puerto de España (ciudad)*: El sistema incluye las áreas suburbanas al Oeste, Norte y Este con dos estaciones de bombeo principales (Westmoorings y Beetham) y el tratamiento es por un sistema de lagunas anaeróbicas (2) y aeróbicas (4). El efluente tratado es dispuesto en el Río Caroni (cerca de su desembocadura) que tributa al Golfo de Paria. Sin embargo, las lagunas están prácticamente colmadas con lodos y el sistema de bombeo se encuentra corroído y con roturas. Están pendientes los trabajos de dragado y remoción de lodos.
- *San Fernando (ciudad)*: Este sistema incluye las áreas suburbanas al Norte y Este. El tratamiento es por filtro de goteo a alta velocidad. El efluente tratado es dispuesto en el Río Cipero (cerca de su desembocadura) que tributa al Golfo de Paria.
- *Arima (Borough)*: Es un pequeño sistema de alcantarillado. El tratamiento es mediante filtro de goteo a alta velocidad y el efluente es dispuesto en el Río Mausica, afluente del Río Caroni.

Las instituciones claves en el manejo de las aguas residuales domésticas son:

- Autoridad del Agua y Aguas de Alcantarillado (WASA); constituido en 1965 y es la Agencia sanitaria más importante de Trinidad y Tobago.
- Autoridad de Manejo Ambiental (EMA); establecido en 1965
- Ministerio de Empresas de Servicios Públicos; representa a WASA en el Gabinete de Gobierno y en el Parlamento.
- Comisión de Regulaciones de industrias (RIC); monitorea y hace cumplir las condiciones para las Licencias Ambientales.
- Ministerio de Salud; responsable por los efectos de las aguas residuales domésticas y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Otros Ministerios
  - ✓ Ministerio de Planificación, Viviendas y Medio Ambiente.
  - ✓ Ministerio de Trabajo y Transporte.
  - ✓ Ministerio de Educación.
  - ✓ Ministerio del Comercio y la Industria.
  - ✓ Ministerio de Gobierno Municipales.
- Autoridad de Planificación Provinciana.
- Agencia de Asentamiento de la Tierra.
- Autoridad Nacional de Planificación Territorial.

Los problemas asociados con el manejo de las aguas residuales domésticas incluyen:

- Envejecida infraestructura de saneamiento, cuyas plantas y equipos tienen entre 30-45 años mientras que los sistemas de recolección alcanzan los 100 años.
- Bajos niveles de mantenimiento preventivo.
- Vertidos ilegales de efluentes contaminados e insuficiente sistemas de penalidades.
- Insuficiente entrenamiento y capacitación para los operadores de las PTRs y los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y sistemas de bombeo.
- Tecnologías viejas para los servicios de acceso a saneamiento mejorado.
- Carencia de penalidades por PTRs mal diseñadas o construidas.
- Insuficiente financiamiento disponible para el sector de saneamiento.

Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto CReW son:

- i. Rehabilitación de la infraestructura de saneamiento existente y asimilar, mediante procesos inversionistas, los volúmenes de agua residual doméstica generados que exceden actualmente a los volúmenes recolectados y tratados.
- ii. Reorganización y mejoramiento del sector de saneamiento para alcanzar los objetivos de desarrollo previstos.
- iii. Capacitación y entrenamiento en las operaciones de mantenimiento en las PTRs.

### III.4. Colombia

Cartagena de Indias, es la capital del Departamento de Bolívar y está localizada en la costa caribeña de Colombia. Tiene una población aproximada de 950,000 habitantes y cuenta con uno de los principales puertos y centros turísticos del país. Por su tradición histórica y cultural, sus características ambientales y geomorfológicas, su condición de puerto y el creciente desarrollo industrial, petroquímico, comercial y turístico, la convierten en una de las ciudades más pujantes de la cuenca del Mar Caribe y está declarada desde el año 1984 por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, como Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad. La ciudad dispone sus aguas residuales domésticas a la Bahía de Cartagena y a la Ciénaga de la Virgen, laguna costera conocida también como Ciénaga de Tesca que le sirven de soporte a diversas actividades tales como la natación, la pesca, la actividad marítimo-portuaria y como receptor de aguas residuales de fuentes terrestres de contaminación.

El sistema de recolección de aguas residuales y el abasto de agua en la zona de Boca Grande y el Casco Histórico se encuentra prácticamente concluido. En la zona de la Ciénaga de la Virgen y el Cerro de la Popa la infraestructura habitacional se encuentra depauperada y aunque existe un colector de aguas residuales domésticas, los bajos ingresos de gran parte de la población residente, la insuficiente concientización ambiental y la dificultad de acceso al colector, restringe su conexión y vierten directamente sus aguas residuales domésticas sin tratar a la Ciénaga o a los canales interiores. Unido a esto, muchas viviendas no cuentan con ramales interiores para la evacuación de sus aguas residuales. Las actividades socioeconómicas más importantes en Cartagena de Indias son:

- *La Zona Industrial de Mamonal;* en esta zona se encuentra ubicada la Refinería de Petróleo de Cartagena considerada una de las más grandes del país y la industria petroquímica asociada, así como otras instalaciones industriales menores. Esta zona concentra el 70% del sector petroquímico de la región.
- *La Bahía de Cartagena y el Canal del Dique;* constituyen dos cuerpos de agua que facilitan un importante movimiento portuario hacia el interior del país por su conexión con el Río Grande de la Magdalena y hacia el exterior a través del Mar Caribe. En la zona portuaria también se desarrolla la actividad turística con cruceros de pasajeros y embarcaciones turísticas que enlazan las Islas del Rosario con la Bahía de Cartagena.
- *Cartagena de Indias;* es un importante polo turístico por vocación histórica y excelentes condiciones morfológicas. Posee una gran infraestructura hotelera y de servicios en el sector de Boca Grande aunque existen serios problemas con la evacuación de las aguas pluviales con riesgos permanentes de inundaciones.

La Bahía de Cartagena no presenta buenas condiciones ambientales al igual que la Ciénaga de la Virgen que presenta aún un mayor deterioro ambiental. Las cuencas tributarias a la Bahía de Cartagena y a la Ciénaga de la Virgen tienen un área de drenaje de 650 ha y 3,340 ha, respectivamente. El caudal de aguas residuales domésticas dispuesto se estima en  $1.04 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ . La cobertura de saneamiento mediante el sistema de alcantarillado sanitario cubren el 83.35%, el 8% es cubierto por tanques sépticos y el 5% por letrinas.

La Ciénaga de la Virgen tiene un plan de ordenamiento y manejo desde el año 2005, producto de un convenio entre Cardique y Conservación Internacional para garantizar su uso sostenible. Esta laguna costera estuvo deteriorada debido a la disposición del 60% de las aguas residuales domésticas de la Ciudad de Cartagena pero actualmente ha logrado recuperarse en más de un 80% debido a la Bocana Estabilizada de Marea (Figura 6). Esta obra es un sistema de regulación hídrica construido por los gobiernos de Colombia y Holanda en el año 2000 que conecta a la laguna con el mar, permitiendo la renovación permanente de sus aguas.



**Figura 6. Bocana Estabilizada de Marea**

La práctica generalizada en Cartagena es la conexión de los usuarios al sistema de alcantarillado que cubre prácticamente toda la ciudad aunque en las áreas donde reside la población de estratos económicos bajos y muy bajos -en particular alrededor de la Ciénaga de la Virgen- las viviendas en su mayoría no han podido conectarse al alcantarillado por razones económicas, dificultades en el acceso e insuficiente concientización ambiental y vierten directamente sus residuales a los canales y a la propia Ciénaga de la Virgen. La ciudad cuenta con un emisario submarino, sin tratamiento previo, que evacúa el 40% (aproximadamente  $30,000 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$ ) de las aguas residuales domésticas a la Bahía de Cartagena a una profundidad de 20 metros y a una distancia de 800 metros de la costa para reducir el impacto de la descarga al medio marino. El resto de las aguas residuales domésticas se disponen sin un tratamiento apropiado.

El Plan Maestro de Alcantarillado de Cartagena de Indias no contempla sistemas mejorados locales de bajo costo y está planificado para una cobertura del 95% en toda la ciudad con alcantarillado sanitario convencional y su disposición final mediante emisarios submarinos. En el año 2010 se prevé la terminación de un nuevo emisario submarino largo que evacuará las aguas residuales domésticas que en la actualidad se disponen indistintamente en la Bahía de Cartagena y en la Ciénaga de la Virgen.

La figura 7 muestra el nuevo emisario que prevé un pre-tratamiento con mili-tamices (Figura 8) antes de su vertimiento por Punta Canoa a 3 kilómetros de la costa. Con la construcción del nuevo emisario se espera eliminar los vertimientos actuales de aguas residuales domésticas a la Bahía de Cartagena y a la Ciénaga de la Virgen.

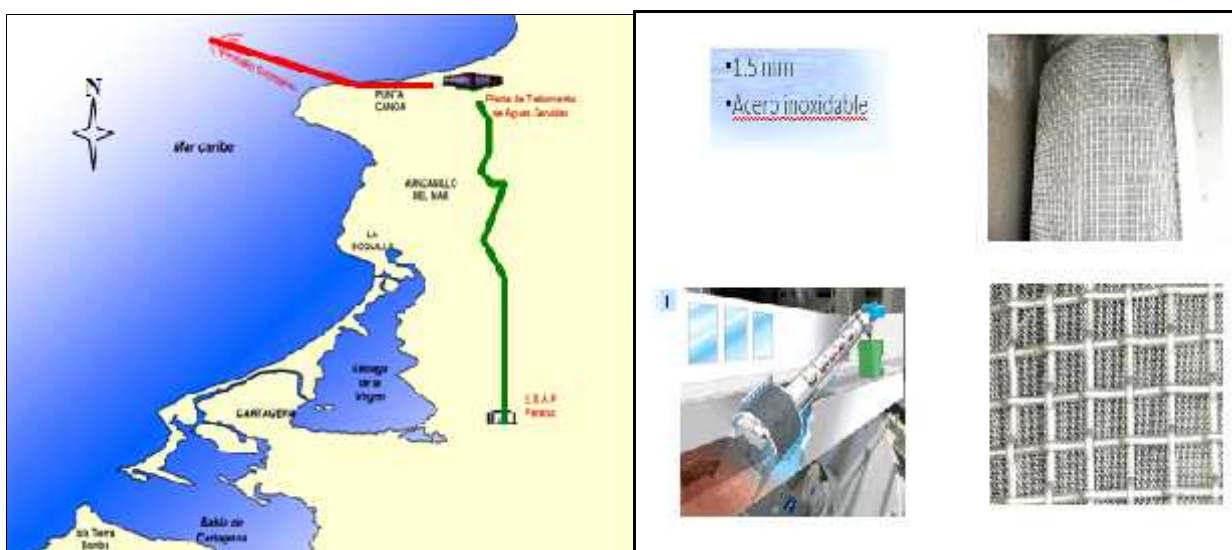


Figura 7. Emisario submarino proyectado. Cartagena

Figura 8. Mili-tamices para el pre-tratamiento

Sin embargo, se considera que un volumen no determinado de aguas residuales domésticas continuará impactando a la Ciénaga de la Virgen provenientes de las áreas de bajo estrato económico y en ocasiones de difícil acceso al colector de aguas residuales por la topografía y pendientes del terreno. La alternativa es el uso de tecnologías más apropiadas, de bajo costo, que han demostrado permitir soluciones adecuadas al problema. No obstante, los tanques sépticos tienen también un costo que, en ocasiones, podría resultar prohibitivo para algunos sectores poblacionales a lo que se une la insuficiente concientización ambiental ciudadana. Aguas de Cartagena tiene planificado un monitoreo en el Canal del Dique -principal fuente de abasto de agua a Cartagena de Indias- y en la zona de descarga del emisario submarino pero aún no se ha llevado a cabo.

Colombia cuenta con un marco institucional capaz de garantizar la preservación del ambiente en todo el territorio nacional, y en particular en Cartagena de Indias formado por:

- *Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Institucional*; define e implementa las políticas nacionales para la preservación y mitigación del ambiente en las 33 regiones del país donde existen las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, que son las encargadas de controlar y gestionar estas políticas, así como la definición de políticas regionales específicas para la preservación de sus ecosistemas.
- *Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE)*; creada por la Ley 99 de 1993, pertenece al Sistema Nacional Ambiental (SINA), orientado metodológicamente por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, es una entidad pública, corporativa, con autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, cuya jurisdicción está integrada por el área rural del distrito de Cartagena (Bahía de Cartagena, Ciénaga de la Virgen y el Sistema de Caños Interiores) y 20 municipios del norte y centro del Departamento de Bolívar. Su misión es velar por el desarrollo sostenible de las comunidades y sectores productivos en sus cuatro ecorregiones (Canal del Dique, Montes de María, Zona Costera y la Cuenca Ciénaga de La Virgen) a través del desarrollo de planes, programas y proyectos ambientales, y utilizando su capacidad técnica innovadora, humana e investigativa. CARDIQUE, a través de su Laboratorio Ambiental, brinda servicios a diferentes empresas e instituciones de Cartagena.
- *Establecimiento Público Ambiental (EPA)*; es la Autoridad Ambiental Distrital y fue creada por ley en el año 2002. Pertenece al Gobierno del Distrito de Cartagena. Es responsable de la implementación y control de las políticas ambientales en el sector urbano, y tiene autonomía en la gestión de su presupuesto. Se focaliza en la gestión ambiental urbana mediante un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) que es aprobado por las Autoridades Ambientales. EPA junto a CARDIQUE tienen sus Planes Ambientales de Desarrollo que definen los principales objetivos a alcanzar en periodos de 4 años en la esfera ambiental y están reforzados por el Plan de Desarrollo Distrital 2008 - 2010 donde dos de sus 6 Objetivos Estratégicos apoyan las acciones e inversiones ambientales para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de Cartagena de Indias.
- *Aguas de Cartagena*; Es la única empresa del Distrito de Cartagena que se dedica al suministro de agua potable y opera el alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales domésticas. Es una empresa mixta con capital del Gobierno de Cartagena y de Aguas de Barcelona (España). Cuenta con una Gerencia de Medio Ambiente y Calidad que se encarga de la gestión de las aguas residuales domésticas y tiene la responsabilidad de ejecutar el Plan Maestro de Alcantarillado de la Ciudad. Además, cuenta con un Laboratorio de Calidad que se encarga de realizar el monitoreo del agua potable suministrada a la población y de las aguas residuales evacuadas a través del emisario submarino que descarga a la bahía por la zona de Manzanillo.

Su capacidad financiera es limitada, debido a que el financiamiento proviene de los aportes de la Administración del Distrito de Cartagena y de las tarifas que cobran a los usuarios del alcantarillado por este servicio.

En resumen, las agencias principales involucradas en el tratamiento de las aguas residuales domésticas son CARDIQUE con un alcance regional y EPA con un alcance distrital. Aguas de Cartagena se encarga del suministro del agua potable y de la gestión de las aguas residuales domésticas a través del alcantarillado que opera. La Administración Distrital, el Consejo Distrital y la Contraloría Distrital son actores de importancia en la gestión y control de las inversiones para el mejoramiento de la infraestructura de saneamiento.

Además, se debe involucrar como actores directos en la gestión de las aguas residuales domésticas, a la Asociación de Propietarios de Hoteles o alguna asociación vinculada al sector turístico, Universidades, ONGs vinculadas a programas ambientales y las Asociaciones Comunitarias. CARDIQUE trabaja en la formulación de un programa de ordenamiento para evaluar los conflictos de uso que se presentan en la Bahía de Cartagena, a partir de seis variables:

1. Normatividad, políticas e institucionalidad.
2. Desarrollo tecnológico.
3. Ordenamiento territorial.
4. Coordinación institucional.
5. Calidad de los ecosistemas y participación ciudadana.
6. Educación ambiental y gestión empresarial.

El sector industrial aumentó casi al doble su producción en los últimos 10 años pero la carga contaminante industrial dispuesta a la bahía se ha reducido en 68.3% ya que el 90% de las empresas cumplen con sistematicidad las normativas ambientales en materia de plantas de tratamiento y producción más limpia debido a los controles de la Autoridad Ambiental.

CARDIQUE y EPA tienen entre sus objetivos prioritarios la Educación Ambiental y dentro de sus Planes de desarrollo están establecidas las acciones a realizar para su consecución. Además, se realiza un trabajo encaminado a las nuevas generaciones por lo que trabajan con los niños en los centros educacionales y tienen actividades programadas de concientización ciudadana a través de transmisiones de radio y programas televisivos.

La gestión ambiental en la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de la Virgen es un activo público de la ciudadanía para el conocimiento del uso y conservación de estos recursos naturales a fin de garantizar la competitividad del territorio, de las empresas y en general, de las actuaciones de desarrollo instaladas.



Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto CReW son:

- i. Completamiento de la cobertura de saneamiento en las áreas de difícil acceso para el alcantarillado sanitario mediante sistemas mejorados *in situ* compuesto por tanques sépticos.
- ii. Ampliación del sistema de alcantarillado a la población asentada en la zona costera de la Ciénaga de la Virgen, a través de ramales que accedan a las viviendas. En la actualidad, parte de la población no puede entroncarse al alcantarillado debido a sus bajos recursos económicos.

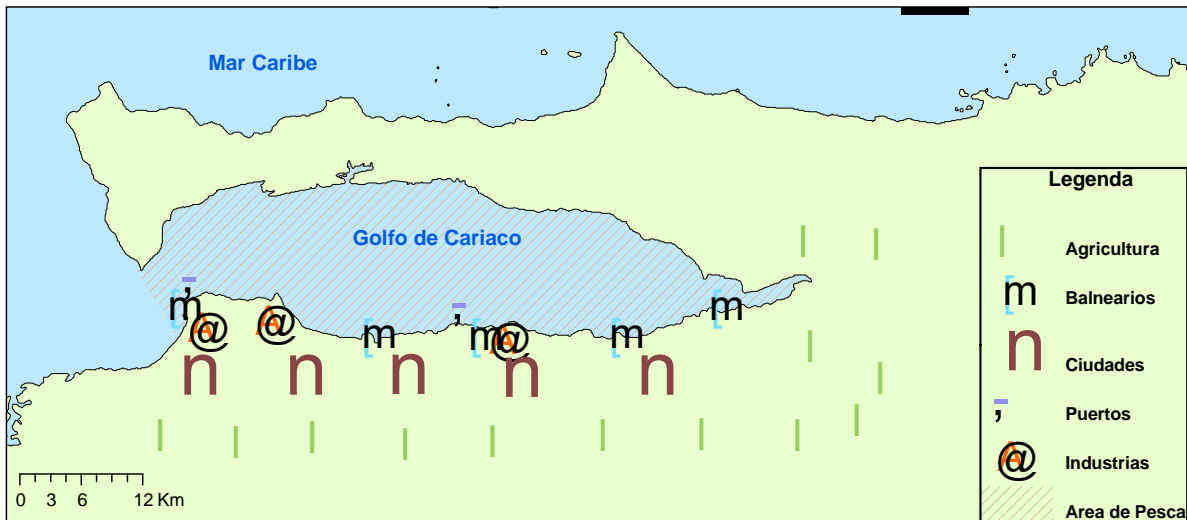
### III.5. Venezuela

El Golfo de Cariaco es un sistema acuático marino-costero localizado dentro de los linderos político-administrativos del Estado Sucre en la costa nororiental de Venezuela. Tiene una extensión de 645 km<sup>2</sup> y un volumen de agua estimado de 31.5 km<sup>3</sup> con 62 km de longitud Este-Oeste, un ancho de 15 km y una amplitud angosta en la entrada de 5.5 km. Alcanza una profundidad máxima de 90 m y una profundidad media de 50 m. Toda la franja costera norte del Golfo corresponde a la costa sur de la península de Araya con condición de puerto natural. El sector oriental es considerado como un refugio de fauna de gran importancia socio-económica y ecológica, e influido por los aportes del Río Cariaco que desemboca en su sector más oriental.

El espacio acuático del Golfo de Cariaco se caracteriza por una elevada fertilidad que se manifiesta bajo la forma de recursos pesqueros con numerosas especies de peces, moluscos, crustáceos, vegetación acuática y otros. Es un centro importante de pesquerías artesanales y de gran caladero de la región y constituye una de las áreas de mayor producción pesquera de Venezuela con un promedio de captura de sardina (principal especie) de 4,700 t.año<sup>-1</sup>. La alta fertilidad de sus aguas permite el desarrollo de cultivos marinos (acuicultura marina) como una reafirmación de la seguridad alimentaria en el territorio.

Existen alrededor de 2,000 pescadores activos, dueños de botes, que representan un trabajo directo permanente para 6,000 pescadores artesanales adicionales, sobre la base de las cosechas naturales de las pesquerías artesanales locales. A ello hay que agregar todo el empleo, también permanente, que se genera en la cadena de comercialización y distribución del producto pesquero que se inicia una vez que el producto llega a tierra.

Desde el punto de vista agrícola, es importante la producción de ocumo, yuca, cacao, coco, café, ñame, cambur y la caña de azúcar. Las principales industrias adyacentes al Golfo de Cariaco (exceptuando el sector pesquero) son las destilerías de ron, procesadoras de chocolate, tabaco, cueros, tejidos y artesanía. A nivel pecuario la cría y matanza de ganado vacuno, porcino y aves de corral constituyen las labores más comunes. La mayoría de las actividades industriales están ubicadas en la zona occidental, cercanas a la Ciudad de Cumaná (Figura 9).



**Figura 9. Actividad socioeconómica en el Golfo de Cariaco**

En resumen, el Golfo de Cariaco es una gran reserva y vivero natural de alta fertilidad y un espacio recreativo y turístico con alrededor de 50 balnearios naturales. Constituye un escenario propicio para el impulso de la acuicultura nacional con notables potencialidades bioproductivas, es un gran caladero de pesca artesanal y sustento de la población, así como un centro de biodiversidad natural dentro del marco pelágico y bentónico y los humedales adyacentes.

La población costera tributaria al Golfo de Cariaco se estima en 930,000 habitantes con un caudal de aguas residuales domésticas dispuesto de  $1.01 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$  que ha contribuido al deterioro de su calidad ambiental unido a las descargas de aguas de sentinas y lubricantes provenientes del mantenimiento de las embarcaciones que producen una fuerte contaminación de aguas y sedimentos por metales pesados, aceites y grasas e hidrocarburos.

Al Golfo tributan 79 cursos de agua entre ríos, quebradas permanentes y riachuelos de carácter intermitente, y de estos 34 corresponden a la costa sur y 45 a la costa norte. En la costa sur se encuentran de Oeste a Este; El Potrero, el Río Manzanares (descarga  $600 \text{ millones de m}^3 \cdot \text{año}^{-1}$  y atraviesa las ciudades de Cumanacoa y Cumaná en la parte más occidental del golfo) y los ríos menores Tunantal, Guaracayal, Marigüitar, Tarabacoa, Cachamaure y Cariaco que han contribuido a la aparición de los amplios deltas que se distribuyen a lo largo del litoral sur.

En el sector norte, específicamente en la región centro-oriental, muchos de los cursos de agua tienen un recorrido de apenas 2 km y no se presentan zonas de planos aluviales y deltas.

La figura 10 muestra la descarga del Río Manzanares en el Golfo de Cariaco. Se observa la pluma de la descarga que atraviesa prácticamente la boca de entrada del golfo.



**Figura 10. Descarga del Rio Manzanares desde el litoral sur hasta el norte en el Golfo de Cariaco**

La cobertura de saneamiento cubre alrededor del 96% y está compuesto por tanques sépticos y pozos absorbentes que cubren el 84%, y las letrinas (12%), aunque en la práctica se observan vertidos continuos de aguas residuales domésticas al medio marino en gran parte del litoral del golfo sin un tratamiento adecuado, lo que denota un bajo rendimiento de estos sistemas de saneamiento (Figura 11).



**Figura 11. Vertimientos incontrolados al Golfo de Cariaco**

El marco legal asociado a las actividades de saneamiento se describe en la tabla 4.

**Tabla 4. Marco legal asociado a las actividades de saneamiento.**

| <b>MARCO CONSTITUCIONAL</b>   |  |
|---|--|
| <b>Instrumento jurídico</b>   | <b>Síntesis descriptiva</b>  |
| Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (GO N° 5453, 24/03/00)  | Sobre los Derechos Ambientales: El Estado favorecerá un “desarrollo sustentable” protegiendo el ambiente, la biodiversidad, los ecosistemas, los recursos naturales y la gente. Toda persona tiene el derecho de participar y de tener un ambiente ecológicamente seguro, sano y equilibrado. Establece que todas las actividades susceptibles de ocasionar daños ambientales están sometidas previamente a un Estudio de Impacto Ambiental. |
| Constitución del Estado Sucre (Asamblea Legislativa, Estado Sucre, 29/01/64)  | Establece, entre otras cosas, “Promover la apertura de toda clase de vía de comunicación y la construcción de las obras de utilidad pública, en coordinación con los planes de viabilidad y de urbanismo y con los procedimientos técnicos para obras de ingeniería arquitectónica que establezcan los organismos nacionales correspondientes”.  |
| <b>MARCO LEGAL</b>  |  |
| <b>Instrumento jurídico</b>   | <b>Síntesis descriptiva</b>  |
| Ley Orgánica del Ambiente (GO N° 31004, Congreso de la República, 16/06/76)   | Establece “dentro de la política de desarrollo integral de la Nación, los principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de vida”.   |
| Ley Orgánica de la Administración Central (GO N° 36850, Presidencia de la República, 14/12/ 99)   | Establece la estructura y rige el funcionamiento de la Administración Central, de sus órganos y sistemas, determina el número y denominación de los Ministerios, sus competencias y las bases de su organización.  |
| Ley Orgánica para la Planificación y Gestión del Territorio(GO N°:38.264 del 02-09-05)  | Esta ley establece “las disposiciones que regirán el proceso general para la planificación y gestión del territorio en concordancia con las realidades ecológicas y los principios y criterios objetivos estratégicos del desarrollo sustentable que incluya la participación ciudadana y sirve de base para la planificación del desarrollo endógeno, económico y social de la nación”.   |
| Ley Orgánica de Salud (GO N° 5263, Congreso de la República, 17/09/98)  | Establece las directrices y bases de la salud como proceso integral rigiendo para todo el territorio de la República.  |
| Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos (GO N° 2818, Congreso de la República, 1/07/81)  | Su objetivo es regir las actividades, procedimientos, actos, y sanciones administrativas relativas a la Administración Pública Nacional, Descentralizada, Estatal, Municipal, Contraloría General de la República y su Fiscalía General.   |
| Ley Orgánica de Descentralización, Delimitación y Transferencia de Competencias del Poder Público y su Reglamento Parcial N° 1 (Congreso de la República, 20/12/89) | El objetivo es “desarrollar los principios constitucionales para promover la descentralización administrativa, delimitar competencias entre el Poder Nacional y los Estados”.  |
| <b>Instrumento jurídico</b>   | <b>Síntesis descriptiva</b>  |
| Ley Orgánica del Poder Público  | “Tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales  |

|   |   |
|---|---|
| Municipal (GO N°: 38.204 del 08-06-05)  | relativos al poder público municipal, su autonomía, organización y funcionamiento, gobierno, administración y control, para el efectivo ejercicio de la participación protagónica del pueblo en los asuntos propios de la vida local ...”   |
| Ley Orgánica de los Espacios Acuáticos e insulares (GO N° 37290, Congreso de la República, 25/09/01)  | Su objeto es “regular el ejercicio de la soberanía, jurisdicción y control de los espacios acuáticos e insulares de la República Bolivariana de Venezuela, conforme al derecho Interno e Internacional”.  |
| Ley Penal del Ambiente (GO N° 4358, Congreso de la República, 3/01/92)  | “La presente Ley tiene por objeto tipificar como delitos aquellos hechos que violen las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, y establece las sanciones penales correspondientes. Asimismo, determina las medidas precautelativas, de restitución y de reparación a que haya lugar”.  |
| Ley Forestal de Suelos y Aguas (GO N° 1004, Congreso de la República, 26/01/66) y su Reglamento (GO N° 2022, Presidencia de la República, 28/04/77)   | Rige “la conservación, fomento y aprovechamiento de los recursos naturales que en ella se determinan y los productos que de ellos se derivan”. Fue modificada a través de su Reglamento.  |
| Ley de Protección a la Fauna Silvestre (GO N° 29289, Congreso de la República, 11/08/70) y su Reg.(GO N° 5302, Presidencia de la República, 29/01/99)   | Esta Ley y su Reglamento rigen “la protección y aprovechamiento racional de la fauna silvestre y de sus productos, y el ejercicio de la caza”.  |
| Ley Aprobatoria de la “Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna, y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América” (GO N° 20643, Congreso de los Estados Unidos de Venezuela, 13/11/41) | El objetivo es establecer, dentro de los territorios de los países americanos, un sistema de protección y conservación de los “ejemplares de todas las especies y géneros de su flora y su fauna indígenas, incluyendo las aves migratorias... para evitar su extinción... y proteger y conservar los paisajes de incomparable belleza, las formaciones geológicas extraordinarias, las regiones y los objetos naturales de interés estético o valor histórico o científico”. |
| Ley Aprobatoria del Convenio sobre Diversidad Biológica (GO N° 4780, Congreso de la República, 12/09/94)  | Rige conservar y preservar al máximo posible la biodiversidad para la evolución y el mantenimiento de la biosfera o la vida del planeta, en beneficio de las presentes y futuras generaciones de la Tierra.   |
| Ley Aprobatoria de la “Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre” (GO N° 2053, Congreso de la República de Venezuela, 29/06/77)                                     | El objetivo es establecer, dentro de los territorios de los países americanos, un sistema de protección y conservación de los “ejemplares de todas las especies y géneros de su flora y su fauna silvestre, incluyendo las aves migratorias... para evitar su extinción debido al comercio internacional.”  |
| Ley de Diversidad Biológica (GO N° 5468, Congreso de la República, 24/05/00)  | Establece los principios que rigen la conservación de la diversidad biológica y sus recursos genéticos ( <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> ), como bienes jurídicos del patrimonio ambiental de la Nación y fundamentales para la vida.   |
| <b>Instrumento jurídico</b>   | <b>Síntesis descriptiva</b>   |
| Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos (GO N° 5554)   | “Esta Ley tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las  |

|  |   |
|--|---|
| Ext., Asamblea Nacional, 13/11/01)   | sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre, con el fin de proteger la salud y el medio ambiente”.  |
| Ley de Reforma Parcial de la Ley del Instituto Nacional de Parques (GO N° 2290 Ext., Congreso de la República, 21/07/78) | “La presente Ley rige todo lo relativo a la planificación, construcción, ampliación, organización, acondicionamiento, conservación y administración de los Parques Nacionales y de Recreación a campo abierto o de uso intensivo”. Se excluyen de esta Ley los parques cuya administración se rija por Leyes u Ordenanzas especiales.   |
| Ley de Expropiación por Causa de Utilidad Pública (25/04/58)   | Establece los requisitos para llevarse a efecto la expropiación de bienes inmuebles para obras de utilidad pública, ejecutadas con fondos nacionales, en beneficio del colectivo. Asimismo, éstas deben ejecutarse con fondos nacionales. Señala que “el Ejecutivo Nacional queda facultado para decretar de utilidad pública la posesión por el Estado de aquellos terrenos y construcciones que considere esenciales para la seguridad o defensa de la Nación”. |
| Ley de Timbre Fiscal (GO N° 37625, 05/02/03)   | Tiene como objetivo establecer tasas fiscales e impuestos, aplicables al otorgamiento de documentos y actos administrativos vinculados a la administración pública y asociados al desarrollo de actividades de interés para un determinado sector, bien sea público o privado.  |

El marco institucional asociado a las actividades de saneamiento se describe en la tabla 5.

**Tabla 5. Marco institucional asociado a las actividades de saneamiento**

| <b>MARCO INSTITUCIONAL</b>   |   |
|--|---|
| <b>Instituciones</b>   | <b>Síntesis descriptiva</b>   |
| Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales                            | Administrar los recursos naturales para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de vida.<br>Creación de la Unidad Técnica de las Zonas Costeras.<br>Como ente Coordinador del Comité de Asesoramiento y Participación de Costas del Consejo Nacional de los Espacios Acuáticos. |
| Gobernación del Estado Sucre   | Como responsable en la administración de sus recursos, debe cogestionar la elaboración y aplicación de la Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC).<br>Las competencias que asigne a sus fundaciones u otras organizaciones (Dirección de Turismo, FONMITUR, Fundambiente).  |
| Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura                                      | Tiene como responsabilidad la Administración de los recursos marinos y promover su explotación.   |
| Instituciones de Educación Superior (UDO-Instituto Oceanográfico de Venezuela) | Optimizar los recursos humanos mediante una educación formal que permita disponer de un individuo productivo para el Estado Venezolano. Promover la investigación en sus diferentes etapas e implementar la extensión, permitiendo la accesibilidad a todo el que la requiera.  |
| <b>Instituciones</b>   | <b>Síntesis descriptiva</b>   |
| Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias                            | Establece las líneas de investigación que se deben establecer para mejorar los procesos productivos que se desarrollan en la región.  |

|  |   |
|--|---|
| Instituto Nacional de Parques  | Administra y “Establece la estructura y rige el funcionamiento de la Administración Central, de sus órganos y sistemas, determina el número y denominación de los Ministerios, sus competencias y las bases de su organización”.  |
| Ministerio de Educación, Cultura y Deporte   | La regulación, formulación y seguimiento de políticas, la planificación y realización de las actividades en materia de educación, mediante la orientación, control y evaluación del programa educacional.   |
| Ministerio de Salud y Desarrollo Social  | Establece y coordina las directrices y bases de la salud como proceso integral rigiendo para todo el territorio de la República.  |
| Ministerio de Infraestructura  | Planificación y realización de las políticas del Ejecutivo Nacional en materia de vialidad, circulación, tránsito y transporte terrestre, acuático y aéreo; lo relativo a los puertos, muelles, y demás obras.  |
| Instituto Nacional de los Espacios Acuáticos (Capitanía de puerto, puertos de Sucre) | Tiene como responsabilidad el desarrollo del sector acuático en consonancia con las políticas actuales, así como el ordenamiento y mejor control de los servicios prestados, el mejoramiento en general de los servicios portuarios y el rescate de nuestra industria naval, con miras a que sean competitivos y de alta calidad. |
| Ministerio de la Defensa (Guardia Nacional, Armada)                                  | La regulación, formulación y seguimiento de políticas, la planificación y realización de actividades del Ejecutivo Nacional en materia de defensa terrestre, aérea, naval y de cooperación.   |
| Ministerio del Interior y Justicia   | La regulación, formulación y seguimiento de políticas, la planificación y realización de las actividades del Ejecutivo Nacional en materia de política interior, lo cual comprende las relaciones políticas de este con los demás organismos del poder público.   |
| Federación de Pescadores Artesanales y Organizaciones no Gubernamentales             | Promover la participación ciudadana.  |

El territorio presenta deficiencias en la cobertura de los programas de Educación Ambiental y se plantea la ejecución de un “Programa de Concientización para la Recuperación de la calidad de las aguas marinas del Golfo de Cariaco” cuyo objetivo de desarrollo es motivar a la población residente y flotante a la restauración ambiental progresiva y el uso sostenible del Golfo de Cariaco, afectado por descargas domésticas e industriales, y reducir el agotamiento de los recursos pesqueros.

El programa se justifica porque los estudios realizados por diversas instituciones muestran que la calidad de sus aguas presenta un deterioro creciente debido a las numerosas descargas de aguas residuales domésticas e industriales con insuficiente tratamiento o carentes en algunos casos. La creciente ocupación de la línea costera ha provocado un aumento en el deterioro del litoral generando el subsiguiente impacto sobre el recurso pesquero que según las propias comunidades pesqueras, ha disminuido en los últimos años.

El Golfo de Cariaco es un centro de producción primaria de varias de las especies con la cual se sustenta la principal fuente de ingresos del Estado Sucre, la pesca, y específicamente la sardina, pero además, se está deteriorando progresivamente otra fuente potencial de ingresos que se

sustenta en el aprovechamiento del recurso paisajístico a través del turismo-recreacional, por efecto de la pérdida progresiva de sitios de esparcimiento (playas y balnearios).

Entre las actividades a desarrollar se encuentran:

- Realizar talleres y reuniones con los actores involucrados con el objetivo de coordinar, definir responsabilidades y establecer las acciones prioritarias para la restauración de la calidad de las aguas marinas del Golfo de Cariaco.
- Diseñar un proyecto ejecutivo para la recuperación de la calidad de las aguas marinas del Golfo de Cariaco.
- Firmar un Acta Acuerdo con los actores involucrados, para la implementación y cumplimiento del proyecto de restauración.
- Diseñar estrategias comunicacionales de carácter multiplicador a nivel empresarial, institucional y comunitario, a los fines de vincular los actores en el marco de la aplicación del proyecto, de forma que conciban y asuman como coprotagonistas sus objetivos y alcance.
- Desarrollar talleres de sensibilización ambiental interinstitucional en las comunidades pesqueras con el propósito de vincular integralmente soluciones sectoriales a los problemas planteados. En los talleres se incluirá el aprovechamiento sostenible.
- Desarrollar talleres de sensibilización ambiental a empresarios y microempresarios de los sectores de la pesca y el turismo para lograr un manejo sostenible de los recursos en la franja marino costera del Golfo de Cariaco.
- Monitorear y dar seguimiento a la ejecución del proyecto para medir el grado de aceptación y asimilación del programa a los distintos niveles.

Los beneficiarios del Programa incluyen a todas las comunidades asentadas en la franja costera sur del Golfo de Cariaco. Las Instituciones involucradas son el MARN (Estado Sucre), Alcaldías, Gobernación (Fundambiente), INAPESCA, INIA, Capitanía de Puerto, M. Educación Cultura y Deportes y la Universidad de Oriente-Instituto Oceanográfico de Venezuela.

Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto GEF CReW son:

- i. Rehabilitación de la infraestructura de saneamiento existente.
- ii. Completamiento de la cobertura de saneamiento mediante tanques sépticos.
- iii. Programas de monitoreo en la cuenca tributaria y el golfo.
- iv. Programas de concientización ciudadana.



### III.6. Guyana

Guyana cuenta con alrededor de 746,000 habitantes y más del 50% (400,000 habitantes) residen en la cuenca del Río Demerara que tributa al Mar Caribe. Georgetown, con una población de 250,000 habitantes representa un tercio de la población del país y es también la capital del comercio y negocios, y donde se concentra la mayor cantidad de bancos comerciales, compañías de seguros, oficinas centrales, agencias gubernamentales y tiendas minoristas de distribución, así como la Universidad, escuelas, hospitales e instalaciones de atención sanitaria. Linden, con una población de 35,000 habitantes, es el segundo núcleo más poblado.

En la cuenca del Río Demerara se desarrolla el 90% de la capacidad industrial de Guyana con industrias de alimentos, bebidas, tabaco, pintura, calzado, ropas, mobiliarios y fármacos. Asimismo, la mayor parte de la industria del turismo se desarrolla en la cuenca con los principales centros turísticos del país (Arrowpoint, Timberhead, Splashmin's, Emerald Tower y Takama), casas de huéspedes y centros vacacionales más pequeños en su mayoría asociados con el eco-turismo.

En general, el 80% de los turistas se alojan en la cuenca donde la mayoría de las instalaciones tienen un promedio de 80 habitaciones mientras que los hoteles más grandes cuentan con 150-200 habitaciones. La empresa Guyana Power & Light (GPL) posee facilidades energéticas del orden de 73,000 megavatios con estaciones en Garden of Eden (East Bank Demerara), Versailles (West Bank Demerara) y en Kingston, Georgetown. El sector hospitalario es, asimismo, una importante fuente de empleo en la cuenca. Los puertos y atracaderos más importantes de Guyana están ubicados en las riberas y áreas contiguas del Río Demerara en Georgetown donde se experimenta el mayor volumen de tráfico marítimo del país y la ubicación preferida para el creciente desarrollo urbano e industrial.

En el año 2006, Consultants Limited (SENES) fue contratada por el Gobierno de Guyana (GoG) para diseñar e implementar un Programa de Divulgación Pública y un reporte sobre el estado del medio ambiente, conocido como SOE. Una tarea clave de esta consultoría fue el desarrollo de un programa de monitoreo de la calidad de agua en el Río Demerara con una duración de 20 días donde se midieron 15 indicadores de calidad de agua a lo largo del río desde Yararibo, río arriba (agua dulce) en Linden hasta la Barrera Demerara en la zona estuarina del río.

Entre los principales resultados se encontró que los niveles de pH en las aguas dulces tomó valores promedios muy bajos de 4.5 unidades mientras que en las aguas salobres el valor promedio fue de 6.2 unidades debido a la mezcla con las aguas oceánicas más neutras (8 unidades). Basado en los resultados de varios indicadores se determinó que el ambiente salino comienza aguas abajo de Gales.

El oxígeno disuelto presentó un valor medio 5.0 miligramos por litro ( $5 \text{ mg.L}^{-1}$ ) a lo largo del río. La temperatura del agua mostró valores de  $26 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en Yararibo (río arriba) y un valor máximo de  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  cerca de Harbour Bridge aguas abajo, debido a que el río nace en elevaciones más altas con un ambiente ligeramente más fresco pero circula en tierras bajas más tibias.

Los niveles medios encontrados de nitritos en agua dulce fueron relativamente altos de  $0.2 \text{ mg.L}^{-1}$  mientras que las concentraciones medias de amoníaco total estuvieron, asimismo, relativamente altos para la vida acuática con valores de  $0.4 \text{ mg.L}^{-1}$  en agua dulce y  $0.2 \text{ mg.L}^{-1}$  en aguas salobres, y valores más altos en las zonas afectadas por las instalaciones de la mina de bauxita de Omai, la región desde Clemwood hasta Dora río abajo y las estaciones próximas a las granjas de carne de ave y cerdo debido a la incidencia de las escorrentías mineras, agrícolas y urbano-industriales.

El caudal dispuesto de aguas residuales domésticas se estima en  $0.48 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$  mientras que la cobertura de saneamiento a través del alcantarillado sanitario alcanza el 5.7% de la población costera tributaria y un 34.4% es cubierto por tanques sépticos. Las letrinas cubre el 57.9% de la cobertura. Aproximadamente el 16% de las aguas residuales domésticas recibe algún grado de tratamiento a través de un pequeño emisario submarino construido en 1985 que descargan en la boca del Río Demerara (Figura 12).



**Figura 12. Emisario submarino en la desembocadura del Río Demerara**

Entre las recomendaciones del Programa se destaca la continuidad del monitoreo con una frecuencia de 5 años y en los períodos lluvioso y menos lluvioso, la inclusión de la matriz de sedimentos, más conservativa, y el bentos, incrementar el soporte logístico y presupuestario para la determinación de metales pesados, materia inorgánica y el contenido de coliformes fecales, considerar los niveles de marea para la toma de muestras, reducir el número de estaciones e incluir nuevas estaciones río arriba próximo a las viejas minas de bauxita de Yararibo.

Generalizar el programa de monitoreo a otros ríos con características similares y ampliar el monitoreo a las fuentes y actividades terrestres para evaluar las descargas urbano-industriales y el efecto de la escorrentía con indicadores físico-químicos y biológicos.

El marco legal actual no proporciona una orientación clara para promover las mejoras requeridas en el sector de saneamiento. Las principales piezas de la Legislación Ambiental vigente comprenden la Ley de Salud Pública y la Ley de Aguas y Aguas de Alcantarillas. Además, existen otras leyes y regulaciones con un impacto significativo en el sector de saneamiento e higiene, en particular:

- Ley de Planeamiento Estatal y Municipal (Ref. Cap. 20:01).
- Código de Práctica para el diseño y construcción de pozos sépticos y sistemas de tratamiento secundario y disposición asociados.
- La Protección Ambiental (Calidad de Agua). Regulaciones (2000).
- Estándares de Descarga de Efluentes Industriales.
- Decreto-Ley de Salud Pública.
- Ley No. 11 de Protección Ambiental (1996).
- Ley de los Consejos de Distritos y Municipales (Ref. Cap. 28:01).
- Ordenanzas de los Gobiernos Municipales.
- Ley No. 11 del Buró de Normas Nacionales de Guyana (1984)

Los servicios de saneamiento se regulan por la Ley de Aguas y Aguas de Alcantarillas de 2002. Todas las actividades de alcantarillados y efluentes de alcantarillados, incluido la recolección y tratamiento, son responsabilidad de Aguas de Guyana Inc. (GWI) que fue creada para brindar el servicio público de suministro de agua a nivel nacional pero tiene limitada su capacidad para operar y mantener el sistema de alcantarillado en Georgetown que es el único sistema de alcantarillado importante en Guyana.

La Licencia Operativa brinda a GWI el derecho exclusivo de recolección y tratamiento de los efluentes de alcantarillado en Georgetown y el cobro de los servicios pero la licencia permite que otros operadores provean servicios de vaciado (remoción de los lodos) de los pozos sépticos, su tratamiento y disposición final. La licencia no cubre la responsabilidad de GWI para las actividades de saneamiento en el resto del país.

De acuerdo con el Plan Estratégico para el Sector de Saneamiento en Guyana existe una necesidad urgente de definir claramente las responsabilidades de varias instituciones involucradas en los servicios de saneamiento e higiene. Las organizaciones institucionales están divididas y promueven directivas débiles para el sector de saneamiento; además, la carencia de una organización líder para manejar el sector de saneamiento dificulta la financiación requerida para su mejoramiento y sustentabilidad. Las consecuencias de esta política son:

- Una estrategia nacional no coherente sobre los tipos y tecnologías de saneamiento más apropiadas para el sector.
- Carencia de responsabilidad por fallos en el sector de saneamiento.
- Incorrecta distribución de fondos para las distintas actividades.
- Desatención a los programas de educación ambiental y de higiene.

Los retos en el manejo de las aguas residuales domésticas están asociados a:

- Insuficiente financiación para la expansión y el mantenimiento del sistema de alcantarillado existente.
- Insuficiente cobertura de saneamiento para la población costera tributaria.
- Insuficiente disponibilidad financiera de los residentes para sufragar los servicios de saneamiento y la construcción de pozos sépticos.
- Limitado mantenimiento preventivo de las redes e instalaciones de saneamiento.
- Baja capacitación de los recursos humanos y éxodo de profesionales vinculados al sector.
- Anticuado sistema de tarifas y penalidades para el sector de saneamiento.
- Existencia de barreras culturales en relación con el uso preferencial de sistemas de saneamiento entre el alcantarillado sanitario, letrinas, pozos absorbentes y los tanques sépticos.
- Insuficiente cooperación institucional y coordinación entre las diferentes agencias y ministerios para tratar los asuntos ambientales.
- Insuficiente concientización ambiental a todos los niveles lo que impide el uso efectivo de los instrumentos medioambientales existentes en la política, planes y programas.

Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto CReW son:

- i. Desarrollar un Plan Maestro para el saneamiento de Georgetown, que incluya el manejo de las aguas residuales y lodos, así como la rehabilitación de los canales.
- ii. Rehabilitación total de la infraestructura de saneamiento existente.
- iii. Completamiento de la cobertura de saneamiento mediante tanques sépticos.
- iv. Programas de capacitación y entrenamiento para el sector de saneamiento.
- v. Programas de concientización ciudadana.
- vi. Clasificación de las aguas costeras (Clase I ó Clase II), según el Protocolo FTFCM.

### **III.7. Surinam**

Es un país muy pequeño. El 80 % de su territorio está cubierto por la selva amazónica y es apodado como el “país verde” o el país más verde del mundo. La escasa población de unos 500,000 habitantes reside en 30 Km de la costa, empujados por la densa selva proveniente del interior del país.

Paramaribo, situada a orillas del Río Surinam, es la capital y la ciudad más extensa del país (Figura 13). Es el principal puerto costero y centro comercial y manufacturero, así como el punto de distribución de la bauxita, aluminio, madera, arroz, caña de azúcar, cítricos y los alimentos procesados con un área total de 183 km<sup>2</sup> y una población de 242,946 habitantes. El Centro Histórico de la ciudad está ubicado en la lista de patrimonio mundial de la UNESCO. En el norte existe alguna agricultura de menor escala, cría de animales y pesquería.



**Figura 13. Desembocadura del Río Surinam, cerca de la ciudad de Paramaribo**

La ciudad tiene serios problemas en el drenaje natural como resultado de la expansión de Paramaribo. Los senderos naturales de los cursos de agua fueron re-direccionados con el objetivo de recuperar los terrenos para proyectos constructivos y la infraestructura vial. Áreas agrícolas fueron convertidas en áreas residenciales. Canales abiertos fueron dragados y remplazados por tuberías con menor capacidad hidráulica.

Las aguas residuales domésticas de la ciudad, con escaso tratamiento, son descargadas al Río Surinam o al Canal Saramacca mediante compuertas y estaciones de bombeo. Una parte de Paramaribo norte drena directamente al mar impulsado por una estación de bombeo. La población dispone con frecuencia sus residuos sólidos en los canales de drenaje y esto provoca severas obstrucciones al sistema originando zonas sépticas con olores desagradables y canales con aguas descompuestas y en estado de eutrofización, causando una situación antihigiénica que se acrecienta durante los eventos de lluvia.

El caudal de aguas residuales domésticas dispuesto a la zona costera se estima en 0.7 m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup> mientras que la cobertura de saneamiento cubre el 86% de la población mediante tanques sépticos y el 8% con el uso de letrinas cuyos efluentes tienen como destino las redes de alcantarillas de las calles o las zanjas a cielo abierto que tributan al Río Surinam.

Las redes de alcantarillado de las calles no funcionan como un sistema integral a causa de:

- No existe un sistema público de recolección de las aguas residuales domésticas en las viviendas y establecimientos del sector urbano. El agua residual de las viviendas tiene que encontrar su camino hacia las zonas bajas e incorporarse al ramal de alcantarillado central o fluir en las zanjas a cielo abierto.
- No está correctamente construido, se encuentra en el camino equivocado, las elevaciones son incorrectas, no es posible que el líquido fluya correctamente.
- No es adecuado (muy pequeño y antiguo) para almacenar o descargar el agua residual doméstica, por ello muchas áreas se inundan en la temporada de lluvia.
- Ocurrencia de obstrucciones por el vertimiento de vasos plásticos y otros desechos, y la pérdida de las tapas de canales.
- Descarga de hidrocarburos y otras sustancias en las alcantarillas.
- No es considerado en el parcelamiento de los terrenos.

El tanque séptico es vaciado (remoción del lodo residual) por los carros fosas de Paramaribo, quienes vierten su contenido en un sitio asignado por el Gobierno en el Río Surinam en Ornamibo. En ocasiones, cuando el camino a la locación de vertimiento está en malas condiciones, el camión dispone su contenido en las zanjas de los vecindarios originando una situación deplorable para la población y el medio ambiente. Una laguna de oxidación está instalada en la prisión de Santo Boma en Wanica para la disposición y tratamiento de las aguas residuales domésticas con un período de retención de 90 días. Después de una cloración, el efluente es dispuesto en aguas abiertas. La carencia de mantenimientos programados impide un mejor funcionamiento de la laguna.

Suriname cuenta con 5 ministerios asociados al sector de saneamiento:

- *Ministerio de Trabajos Públicos;* encargado del alcantarillado y de las actividades de colección y disposición a nivel del país. Las responsabilidades para el manejo del alcantarillado y la disposición de las aguas residuales está compartida entre la División de Drenaje y Alcantarillas del propio Ministerio y la División de Control Ambiental del Buró de Salud Pública. También incluye la responsabilidad para aspectos hidrológicos del país incluyendo el ciclo del agua y mediciones de calidad del agua a través de la División de Investigaciones Hidráulicas. Vela por el mantenimiento del sistema de alcantarillado y canales de drenaje, incluyendo las estaciones de bombeo y las compuertas.
- *Ministerio de Salud Pública;* se ocupa del manejo de la salud ambiental y la salud pública en el más amplio sentido y supervisión. Considera la promoción de la salud pública en particular, incluyendo la extensión de la salud y la educación.
- *Ministerio de Agricultura, Crianza y Pesca;* protege la gestión del agua en áreas agrícolas (canales de irrigación).

- *Ministerio de Trabajo, Tecnología, Desarrollo y Medio Ambiente*; está dirigido a la protección de las aguas marinas de las fuentes y actividades terrestres de contaminación.
- *Ministerio de Desarrollo Regional*.

Los marcos legales e institucionales existentes a nivel local y nacional no están estructurados de manera efectiva para resolver los problemas más urgentes asociados al sector de saneamiento. La única legislación disponible está desactualizada y en la mayoría de los casos no es aplicable en áreas rurales, porque fue preparada para áreas urbanas. Entre las limitaciones se encuentran:

- La gestión de las aguas residuales domésticas no constituye una prioridad política.
- Las penalidades son muy bajas y la gestión de las aguas residuales nunca se toma en consideración cuando las compañías demandan un permiso.
- Las ilegalidades y sus penalidades para el sector de saneamiento no se encuentra correctamente expresada en la legislación.
- La legislación no está correctamente dirigida a las ilegalidades en el sector de saneamiento.
- Insuficiencia de reglas y metodologías disponibles para el manejo de las aguas residuales.

No obstante, se cuenta con las leyes siguientes:

- Ley Penal.
- Ley Criminal.
- Ley de la Construcción.
- Ley de Desechos.
- Ley sobre Anquilostomiasis; enfermedad causada por el gusano anquilostoma (parásito intestinal) que se caracteriza por trastornos gastrointestinales y anemia.

Existen algunos aspectos cubiertos sobre la disposición de excretas, regulaciones para privados, descargas, aplicaciones y requerimientos de calidad para construcciones. Se requiere actualizar el marco legal de sanidad en el país. El planeamiento del suministro de agua y del saneamiento puede ser fortalecido cuando existe un inteligente planeamiento del uso de la tierra. Los retos en el manejo de las aguas residuales domésticas están asociados a:

- *Incremento de la capacidad técnica*; las personas no están suficientemente motivadas para su calificación metódica en los aspectos de gestión de las aguas residuales y saneamiento debido a los bajos salarios.
- *Concientización/información al público*; no existe suficiente concientización entre la población de Paramaribo sobre la contaminación ambiental y los efectos en la salud pública por un incorrecto manejo de las aguas residuales y del sector de saneamiento.
- *Finanzas*; las instituciones vinculadas al sector carecen del financiamiento para la adquisición de equipamiento y otras necesidades para la sustentabilidad del sistema.

- *Legislación*; se carece de una legislación clara con un enfoque regulador en el marco del cual se realicen las actividades. Sin una legislación apropiada no existen herramientas para regular el sector de saneamiento. Dificultades para la imposición de penalidades y multas en el sector porque las compañías no están registradas.
- *Infraestructura envejecida e insuficiente*; la infraestructura de saneamiento existente no garantiza un manejo apropiado de las aguas residuales domésticas.

Las actividades propuestas a incluir en un futuro proyecto CReW son:

- i. Rehabilitar los ramales de alcantarillado de las calles y su conexión a viviendas y establecimientos públicos y privados.
- ii. Construcción de un alcantarillado para las aguas pluviales.
- iii. Plan Maestro de saneamiento para el Gran Paramaribo y el establecimiento de una Autoridad de Drenaje.
- iv. Desarrollo de sistemas de tratamientos alternativos locales para áreas turísticas en Paramaribo y en las áreas de recarga para prevenir la contaminación de las aguas recreativas y subterráneas.
- v. Desarrollo de un plan de manejo de las aguas residuales para hoteles, hospitales y otros sitios turísticos.
- vi. Diseño y construcción de lagunas de estabilización para el tratamiento de los lodos procedentes de los tanques sépticos y letrinas.
- vii. Mejoramiento de las actividades de saneamiento en las ciudades costeras de Nieuw Amsterdam, Meerzorg, Groningen y Domburg.

### **III. BASES PARA EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA RGC**

A partir de la colecta, interpretación y validación de la información en los países implicados se evaluaron las aguas residuales domésticas dispuestas a hot spots. Estos resultados están asociados al tamaño de la población costera tributaria y la cobertura de saneamiento, así como a los niveles y especificidad del tratamiento de las aguas residuales domésticas.

Para la determinación de los aportes de aguas residuales domésticas dispuestas al medio marino se tuvo en cuenta la dotación per cápita de agua potable en cada país y el tamaño de la población costera tributaria. Se consideró un coeficiente de retorno al alcantarillado de 0.8 y el porcentaje de la cobertura de alcantarillado en cada cuenca tributaria. Para el resto de la población tributaria sin cobertura de alcantarillado y con ó sin soluciones mejoradas *in situ* se consideró un coeficiente de retorno más bajo de 0.5. La suma de ambos caudales constituye el aporte de aguas residuales domésticas a la zona costera.



Un plan de manejo de aguas residuales domésticas en las cuencas tributarias a hot spots incluye los aspectos siguientes:

- El tamaño de la población costera tributaria y el aporte de aguas residuales domésticas.
- El tipo, porcentaje y especificidad de la cobertura de saneamiento y tratamiento.
- El marco legal e institucional unido a programas de educación ambiental aplicables.
- El nivel de cobertura esperado con la rehabilitación ambiental de la infraestructura de saneamiento existente y el completamiento de la cobertura de saneamiento con sistemas mejorados, de bajo costo, que han demostrado permitir soluciones adecuadas al problema de las aguas residuales domésticas en la RGC.

En la problemática regional del saneamiento se identifican varios temas críticos aún no resueltos, en particular <sup>6</sup>:

- El desarrollo económico en los países de la RGC.
- Insuficiente apoyo gubernamental al sector de saneamiento.
- Insuficiente concientización sanitaria en la población.
- Necesidad de cambiar los métodos y criterios vigentes para el financiamiento de las depuradoras urbanas.
- Inadecuadas políticas ambientales en el sector.
- Deficiencias institucionales.
- Necesidad de formular estándares tecnológicos y de ingeniería apropiados para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en los países en desarrollo.

En relación a los sistemas de alcantarillado sanitario, el incremento de la cobertura implica la ampliación de la infraestructura, redes e instalaciones de tratamiento con altos costos de inversión y explotación. El creciente desarrollo urbano ha provocado que muchas ciudades tengan sus sistemas de alcantarillado sanitario obsoletos e incapaces de enfrentar el volumen creciente de aguas residuales domésticas.

Sin embargo, estos trabajos de ampliación y rehabilitación de la cobertura de saneamiento -de alta prioridad en los países en desarrollo- están condicionados a la disponibilidad de recursos financieros y de una capacidad operativa para su planificación y ejecución, sin olvidar la concientización ambiental, y aún en los países de la región existen serias deficiencias en la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos en los sistemas de alcantarillado sanitario, resultando en obstrucciones, desbordamientos e interrupciones en el funcionamiento de las estaciones de bombeo. Además, un gran número de plantas de tratamiento de aguas residuales están abandonadas o funcionando parcialmente.

### III.1. Cobertura de saneamiento

En septiembre del año 2000, 191 naciones aprobaron la Declaración del Milenio de Naciones Unidas, la cual ha definido los asuntos vinculados con la paz, la seguridad y el desarrollo, incluyendo áreas como el medio ambiente, los derechos humanos y la gobernabilidad como preocupaciones centrales para el desarrollo humano. Como consecuencia de ello se han acordado los Objetivos de Desarrollo de la Declaración del Milenio, que intentan expresar las prioridades de la humanidad en torno a la imperiosa necesidad de aunar esfuerzos para atender estos temas.

Dentro del objetivo de “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”, se han incorporado las metas de reducir en un 50% entre 1990 y el año 2015 del número de personas que no tienen acceso a agua potable segura y la reducción de un 50% entre 1990 y el año 2015 del número de personas que no tienen acceso a saneamiento. Además, como resultado de la opción de incorporar objetivos que pueden ser pertinentes para la región y para incorporar la meta de haber logrado para el año 2020 una mejora considerable en las vidas de, por lo menos, 100 millones de habitantes de barrios de “tugurios”, se incorporó como meta complementaria para el año 2015 en la región, la reducción al 50% de los habitantes que no tienen acceso a sistemas de tratamiento o disposición final de aguas residual <sup>6</sup>.

La figura 14 muestra la población costera tributaria de hot spots en los países involucrados en el estudio. Las mayores poblaciones costeras tributarias se presentan en el Golfo de Paria (Trinidad y Tobago), la Bahía de Cartagena (Colombia), el Golfo de Cariaco (Venezuela) y la Bahía de Kingston (Jamaica) con alrededor de 1 millón de habitantes y la menor población en la Bahía de Bluefields (Nicaragua) con apenas 42 mil habitantes. La población costera tributaria total a los hot spots asciende a 4'335,000 habitantes.

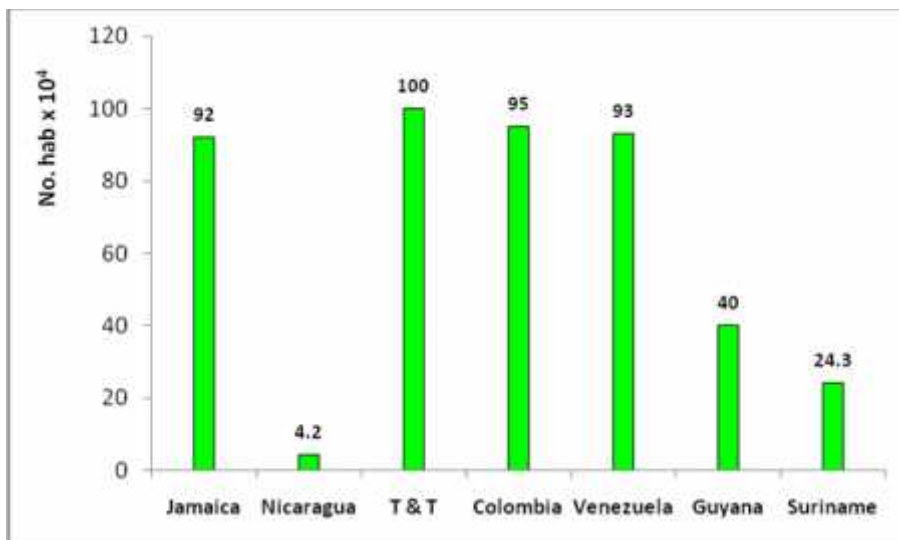


Figura 14. Población costera tributaria a hot spots de la RGC

La figura 15 muestra el caudal dispuesto de aguas residuales domésticas al medio marino. Los mayores caudales se observan en el Golfo de Paria, la Bahía de Cartagena, el Golfo de Cariaco y la Bahía de Kingston, asociados a un mayor tamaño de la población tributaria con alrededor de un metro cúbico por segundo ( $1 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$ ) y los caudales menores en la Bahía de Bluefields ( $0.38 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$ ) y en la zona costera de Georgetown ( $0.48 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$ ). El caudal total dispuesto de aguas residuales domésticas a la RGC asciende a  $5.73 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$ .

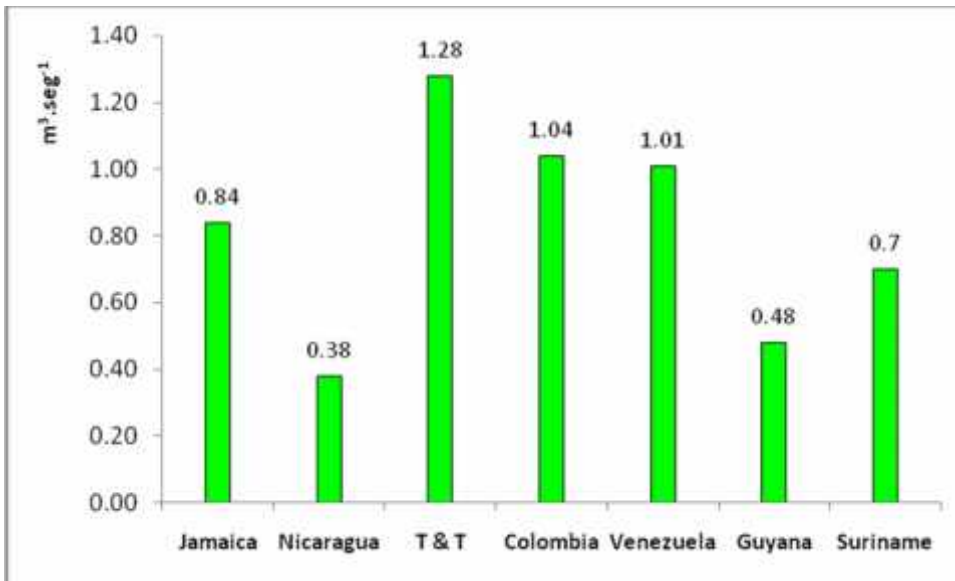
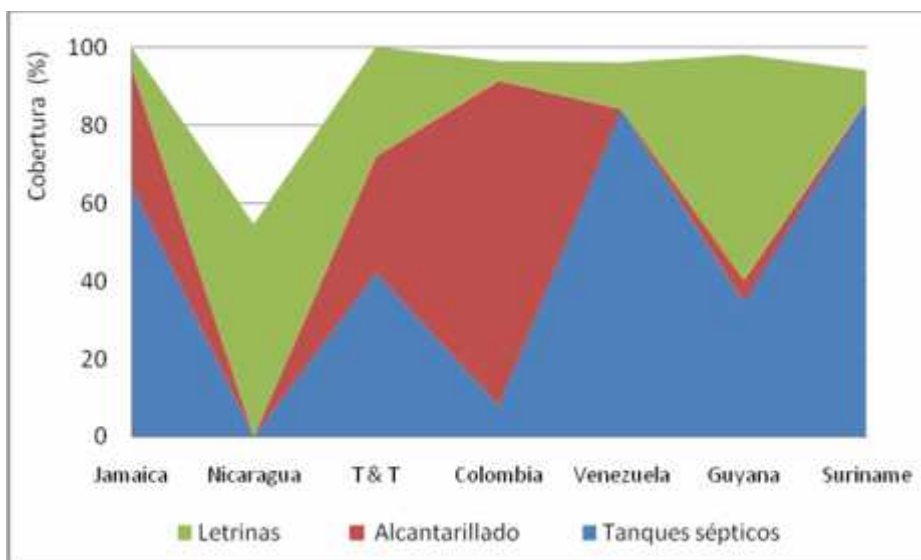


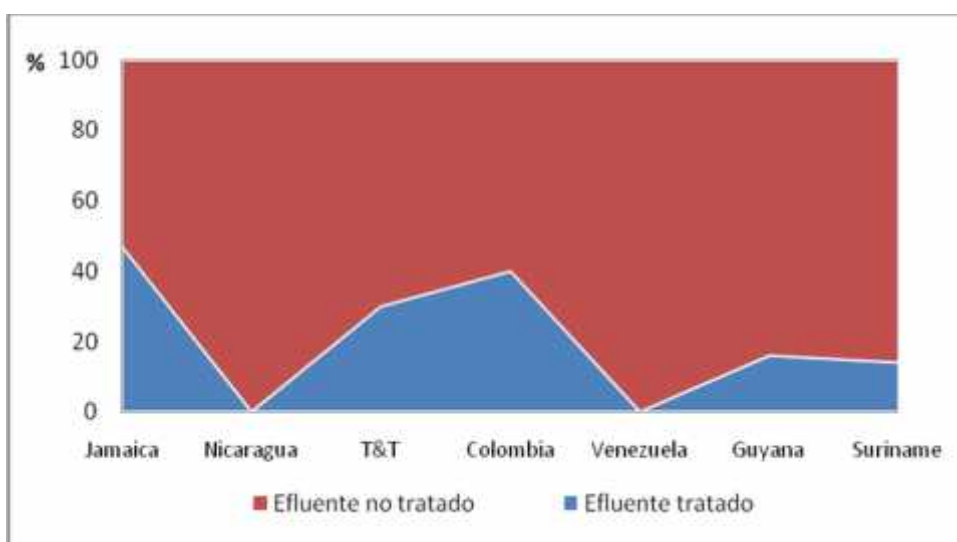
Figura 15. Caudal dispuesto de aguas residuales domésticas a hot spots de la RGC

La figura 16 muestra la cobertura de saneamiento en las cuencas hidrográficas tributarias. Se observa un predominio de los tanques sépticos, seguido de letrinas que separan adecuadamente las excretas humanas y el alcantarillado sanitario. Jamaica y Trinidad y Tobago muestran el porcentaje de cobertura de saneamiento más alto con prácticamente el 100% mientras que Nicaragua, presenta los niveles de cobertura más bajos con 54.5% por la alta presencia de letrinas públicas que no separan adecuadamente las excretas humanas.



**Figura 16. Cobertura de saneamiento en las cuencas tributarias a hot spots de la RGC**

La figura 17 muestra el porcentaje de efluentes de alcantarillado sanitario con algún grado de tratamiento en las cuencas tributarias a los hot spots.



**Figura 17. Porcentaje de efluentes de alcantarillado con algún grado de tratamiento**

En general, el porcentaje de tratamiento es muy bajo con excepción de Jamaica con un 47% apoyado en las PTRs, Colombia con el 40% considerando la evacuación de una parte de las aguas residuales domésticas a través de un emisario submarino aunque sin tratamiento previo, y Trinidad & Tobago con el 30% de efluentes de alcantarillado tratado en plantas de tratamiento. Los niveles más bajos de tratamiento de efluentes de alcantarillado sanitario se observan en las cuencas tributarias a los hot spots de Nicaragua y Venezuela.

En muchos países de la Región del Gran Caribe se observa la aplicación de tecnologías apropiadas, de bajo costo, tales como lagunas de estabilización, reactores anaeróbicos de flujo ascendente y emisarios submarinos, así como tecnologías más apropiadas de bajo costo. Sin embargo, es una práctica común de las ciudades costeras de la región disponer sus aguas residuales domésticas con o sin tratamiento al cuerpo de agua más cercano o más conveniente debido principalmente a la falta de recursos económicos, aunque se desconozcan sus consecuencias ambientales y a la salud pública.

Los emisarios submarinos pueden ser una tecnología apropiada y relativamente económica con bajos costos de operación y mantenimiento para la disposición final de las aguas residuales domésticas cuando las características dinámicas de las aguas receptoras facilitan los procesos de dilución y cuando están combinados con mili-tamices. Los efluentes de emisarios submarinos pueden alcanzar diluciones inmediatas iniciales del orden de 100 a 1 en forma consistente durante los primeros minutos de descarga, lo que reduce la concentración de materia orgánica y otros nutrientes a niveles que no tendrían efectos ecológicos adversos en el mar abierto.

Después del reuso de las aguas residuales, la alternativa del emisario submarino largo con mili-tamices es un método de disposición más atractivo con relación al tratamiento secundario con disposición cercana a la costa en términos de confiabilidad, eficiencia, costo y de bajos requerimientos de operación y mantenimiento <sup>7</sup>.

No obstante, se deben evitar las descargas de aguas residuales domésticas mediante emisarios submarinos en áreas cercanas a comunidades biológicas naturales y sensibles tales como los arrecifes coralinos y las áreas de cosecha de mariscos, así como a zonas utilizadas para el contacto primario (natación). De ahí, que se requiera un programa de monitoreo permanente para determinar cualquier impacto potencial procedente del continuo enriquecimiento en nutrientes de las aguas marinas. Por el contrario, su introducción a un ambiente oceánico usualmente deficiente en nutrientes podría probablemente ser beneficioso en muchas áreas de la RGC. Además, los emisarios submarinos reducen la competencia de espacio a causa de la expansión continua del radio urbano.

Adicionalmente, a la consideración de las aguas de Clase I ó Clase II en el marco del Protocolo FTTCM, la opción del emisario submarino debe ser evaluada en términos de las necesidades locales y los impactos ambientales potenciales en el área de estudio.

Las tecnologías más apropiadas de bajo costo que pueden ser utilizadas para la RGC, de acuerdo a las características del lugar, están asociadas a la recolección y transferencia de las aguas residuales domésticas. Las tecnologías más recomendadas son <sup>8</sup>:

- *Sistemas convencionales de alcantarillado;* donde las aguas residuales domésticas son colectadas por un sistema de tuberías para su tratamiento posterior.

- *Alcantarillado de hueco pequeño (asentado)*; el diseño es similar al alcantarillado convencional pero las aguas residuales domésticas pasan primero a un tanque séptico donde se extraen los sólidos decantados y solamente el efluente líquido es evacuado.
- *Sistema de ramillete*; es un sistema común de colecta y disposición que agrupa varias viviendas o comercios. Es utilizado en áreas donde existe una variación significativa en la densidad de viviendas.
- *Inodoro con tanque de agua*; utiliza grandes cantidades de agua. Consta de un sifón para los malos olores. Brinda la mayor apariencia de higiene y limpieza.
- *Letrina de hoyo*; es diseñada para la disposición de las excretas humanas y consiste en una estructura de concreto que se alza sobre el piso y colocada sobre el hoyo excavado en la tierra. Es usado con buenos resultados en áreas rurales.
- *Letrina VIP*; el hoyo mejorado con ventilación (VIP) es diseñado para la disposición de las excretas humanas. No necesita agua. Dependen de la absorción del suelo y su construcción es simple.
- *Tanque séptico*; es diseñado para el tratamiento local de las aguas residuales domésticas. Usualmente, el tanque es colocado bajo tierra y consiste en dos compartimientos con una retención hidráulica de 1-3 días. Deben conectarse a un inodoro de agua. No son apropiados donde exista escasez de agua.
- *Planta de Biogas-Biofertilizantes*; es una planta de concreto utilizada para la degradación anaeróbica de las aguas residuales de origen orgánico y agroindustriales con producción de biogás y biofertilizantes. Sin embargo, no funciona bien solo con excretas humanas.
- *Letrina Bio-sanitaria (SBU)*; se instalan donde están construidas plantas con biodigestor para coleccionar los desechos procedentes de las Letrinas VIP. Debido a su escasa reducción de nutrientes requieren un tratamiento terciario adicional.
- *Inodoros químicos portátiles*; son pequeños cuartos sanitarios construidos sobre un tanque herméticamente cerrado (estanco). Se utilizan en eventos de gran número de personas y en áreas de difícil acceso o alejadas para sistemas de recolección y transferencia de las aguas residuales domésticas.
- *Humedales de filtración*; pueden ser utilizadas en áreas rurales y en pequeñas comunidades para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Los humedales proporcionan subproductos y valores agregados mediante el re-uso del efluente que pueden minimizar los costos de instalación. Además, reducen la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno y fósforo a niveles tan bajos que no causan eutrofización en las aguas costeras y pueden considerarse como un tratamiento terciario.

El problema fundamental, en materia de saneamiento, para la mayoría de los países de la región ha sido la falta de recuperación de los costos y la falta de recursos para hacer frente a las inversiones, en particular a los gastos operacionales. Sin embargo, el mejoramiento de los servicios de saneamiento no puede esperar a que mejore la situación económica en el territorio y

obliga a seguir criterios de mejoramiento progresivo, por etapas, con el fin de preservar la salud de la población y el medio ambiente.

Entra aquí en juego la factibilidad de las tecnologías apropiadas, de bajo costo, para la RGC. Si se trata desde el principio de aplicar en todas partes los criterios y tecnologías de los países desarrollados, no va a ser posible llegar a la cobertura universal y planteada en los Objetivos de Desarrollo de la Declaración del Milenio para la región con la rapidez que las circunstancias lo exigen <sup>9</sup>. El serio problema del tratamiento de las aguas residuales domésticas en la RGC solamente podrá ser enfrentado con el uso de tecnologías apropiadas, de bajo costo.

### **III.2. Marco legal e institucional**

Los países involucrados en el estudio requieren un marco legal e institucional que asegure la máxima eficiencia y eficacia de los servicios de saneamiento, incluido las normativas de descarga de aguas residuales de acuerdo al Anexo III del Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres”, conocido como el Protocolo FTTCM, del Convenio de Cartagena <sup>10</sup> y la política legal para el manejo de los desechos, con especial atención en las regulaciones que inciden en la gestión ambiental del desarrollo urbano y costero sostenible. Experiencias anteriores en el campo de la informática aplicada y la concientización ciudadana, tales como los sistemas de información ambiental, campañas de divulgación y la cultura urbana son también requeridas.

El análisis de Línea Base con relación al marco legal e institucional en las cuencas hidrográficas asociadas a hot spots de los países involucrados, muestra una insuficiente estructura institucional y legal que oriente el manejo y planificación marino-costeros, incluyendo los roles y responsabilidades de los organismos envueltos para promover servicios de saneamiento eficaces y sustentables.

Las acciones más apremiantes que deben ser implementadas están asociadas al desarrollo de las capacidades de coordinación, gestión, planificación y ejecución en las instituciones involucradas, así como el fortalecimiento de la concertación entre los diferentes sectores y actores que participan en la gestión ambiental, incluido el desarrollo de metodologías participativas para lograr un diseño participativo dirigido a las organizaciones sociales y los grupos comunitarios.

Otras acciones incluyen el mejoramiento de la comunicación y coordinación entre las Agencias a nivel local y nacional, la aplicación de un sistema de información ambiental que abarque al hot spots y a la cuenca tributaria, y que facilite la actualización de la información para la toma de decisiones, así como el desarrollo de campañas de bien público o de concientización ciudadana, dirigida a los sectores y actores involucrados, en particular al medio comunitario.

El método fundamental a emplear es el de “grupos focales” combinado con otras técnicas de modelación, siendo ésta la vía principal para llegar, con un diseño participativo, a un Plan Integral e Interinstitucional de Manejo para el hot spots y su cuenca tributaria. La elaboración del Plan debe sustentarse en criterios relevantes sobre el planeamiento costero y la urbanización, la actualización y completamiento de la legislación vigente, el fortalecimiento institucional de entidades locales responsables, así como otros aspectos de carácter sectorial, ambiental, territorial y participativo de la gestión a nivel local, y cuya finalidad es el mejoramiento progresivo de la calidad ambiental y la calidad de vida de los pobladores.

### **III.3. Educación ambiental**

Según la Agenda 21, la educación es de vital importancia para promover el desarrollo sostenible y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo. Es un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades cobran conciencia de su medio y adquieren las destrezas, los conocimientos, los valores, la experiencia y también la determinación que les capacite para actuar individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros <sup>11</sup>.

La Educación Ambiental se orienta hacia la comunidad y hacia el interés del individuo en un proceso activo tendiente a la solución de los problemas que surjan en el contexto de las realidades específicas, fomentando la iniciativa, la responsabilidad y el sentido prospectivo de un mañana mejor.

Además, debe abordar la problemática de los servicios de saneamiento desde una óptica integral que considere las necesidades de los asentamientos poblacionales afectados, así como su integración e interacción con el entorno y el medio en el que habitan. Ello permitirá incidir en la solución de los principales problemas existentes en las cuencas tributarias asociadas a hot spots y se debe brindar la necesaria atención a las comunidades con la mejora continua de los servicios básicos de saneamiento, la capacitación de la comunidad sobre la base de acciones concretas de educación medioambiental y resaltando la importancia de preservar los recursos naturales.

La población costera tributaria de los países involucrados presenta, en general, una insuficiente concientización ambiental y la carencia de Planes de Educación Ambiental. Las acciones a implementar se relacionan con el diagnóstico de los problemas ambientales aplicando métodos participativos con la asistencia de los actores principales, el reforzamiento de los valores tradicionales y culturales del ecosistema desde la óptica ambiental, y la valoración de la incidencia de factores sociales, políticos, culturales y económicos en la situación ambiental del hot spots y la cuenca tributaria.



El sistema se apoya en una Estrategia de Educación Ambiental para las comunidades costeras con acciones secuenciadas, planificadas, ejecutadas y controladas para perfeccionar la gestión y actuación de los implicados, a desarrollar en 5 etapas cuyo destino final es un Plan de Educación Ambiental Comunitario.

Las etapas de la Estrategia de Educación Ambiental incluyen la sensibilización de la comunidad y los actores principales, el diagnóstico de los problemas ambientales, la planificación de las tareas, su ejecución, y el control y evaluación de los resultados (Figura 18).

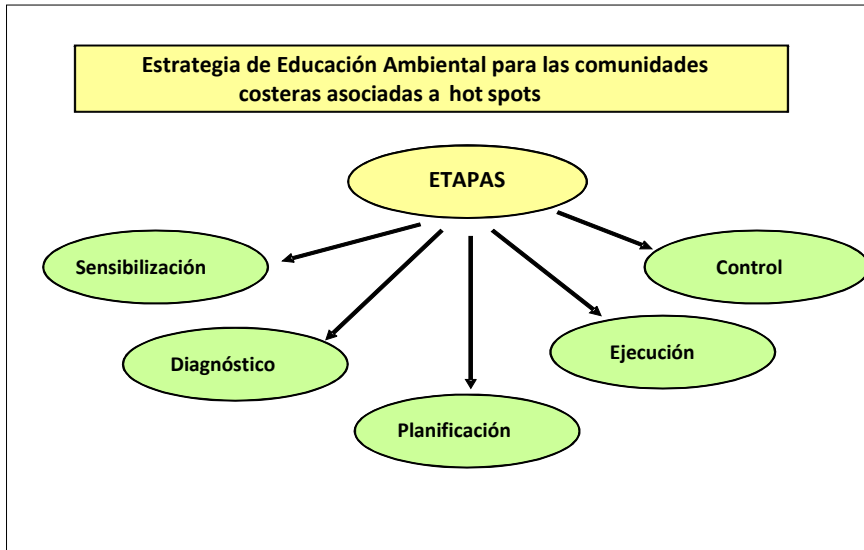


Figura 18. Estrategia de Educación Ambiental para las comunidades costeras

## CONCLUSIONES

- Los zonas de alto riesgo seleccionados son de alta significación para los países debido a su valor social y económico, y pueden ser considerados aplicables para un Proyecto CReW para el manejo de aguas residuales domésticas.
- El análisis de Línea Base para el manejo de las aguas residuales domésticas en la RGC muestra la inexistencia y/o inaplicabilidad de leyes y políticas para el sector de saneamiento; insuficiente colaboración y comunicación entre las agencias involucradas; limitada concientización, conocimientos y comprensión de las alternativas de tratamientos apropiados; así como limitadas capacidades técnicas para su gestión.
- Se observa un predominio de tanques sépticos, seguido del uso de letrinas y el alcantarillado sanitario convencional en los ecosistemas estudiados. La cobertura de saneamiento sobrepasa en general, el 50% de la población costera tributaria mientras que

los efluentes de alcantarillado con algún grado de tratamiento se encuentran por debajo del 50%.

- Unido a programas de educación ambiental, el establecimiento y funcionamiento de una base legal e institucional para el sector de saneamiento es vital para promover el desarrollo sostenible e incrementar la capacidad de las poblaciones costeras tributarias para afrontar apropiadamente los problemas ambientales y de desarrollo.

## RECOMENDACIONES

- Rehabilitar la infraestructura de saneamiento existente en los países involucrados, promover el uso de tecnologías apropiadas de bajo costo, promover la capacitación y las consultorías, y el completamiento de la cobertura de saneamiento con sistemas caseros locales mejorados en aquellos sitios de difícil acceso a sistemas convencionales de alcantarillado.
- Desarrollar un marco legal e institucional apropiado para el manejo de las aguas residuales domésticas y programas de educación ambiental como un factor crítico para promover el desarrollo sostenible y aumentar la capacidad de las poblaciones costeras tributarias para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo.
- Promover la ratificación del Protocolo FTCM por los países que forman parte del Convenio de Cartagena, debido a la importancia que tiene este instrumento jurídico para trabajar en la reducción de las cargas contaminantes que llegan a la RGC proveniente de las actividades y fuentes terrestres de contaminación marina, en particular de las provenientes del sector doméstico.

## REFERENCIAS

1. UNEP, 2004. *Caribbean Islands, GIWA Regional assessment 4*. Fortnam, M. and P. Blime (eds.) University of Kalmar, Kalmar, Sweden. 132pp
2. Amaya, C. y J. Marquina. 2009. *Impactos socio-ambientales relacionados con la tendencia de ocupación del espacio en Venezuela*. Informe. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Caracas, 15p
3. OPS. 1992. *La salud ambiental y la gestión de los recursos de agua dulce en las Américas*. Henk W. de Koning (comps.), Washington, D.C
4. UCR/PNUMA/Cimab. 2008. *Actualización del Informe Técnico del PAC No. 33. Fuentes y Actividades Terrestres en la Región del Gran Caribe. Cargas Contaminantes Domésticas e Industriales y el Aporte de las Cuencas Hidrográficas Tributarias*. Informe (en edición). PNUMA. 75p

5. Nilsia J. 2009. *Baseline analysis on Domestic Wastewater Management and Sanitation Coverage In Support of Proposed GEF CReW Project*. Ministry of Health. Environmental Health Unit. UNEP Office, Kingston, October 22, 8
6. Ordaz, J. 2003. *Panorámica y caracterización de los sistemas de saneamiento en el área del Caribe*. Expert Meeting on Waste Management in SIDS, Habana, 13p
7. ONU. 2001. *Presentación de informes sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio a nivel de país*. Nota de Guía. Octubre
8. Salas Henry J. 2000. *Emisarios submarinos alternativa viable para la disposición de aguas negras de ciudades costeras en América Latina y el Caribe*. OPS/CEPIS/PUB/00.51. Peru, 24p
9. CEHI. 2004. *A Directory of Environmentally Sound Technologies for the Integrated Management of Solid, Liquid and Hazardous Waste for SIDS in the Caribbean Region*. UNEP. ISBN 968-7913-31-2, March, 140p
10. BID. 2003. *Las Metas del Milenio y las necesidades de inversión en América Latina y el Caribe*. Conferencia Internacional. Financiación de los servicios de agua y saneamiento: opciones y condicionantes. Banco Interamericano de Desarrollo. 73p
11. PNUMA. 2000. *Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe* (incluye el Protocolo Relativo a la Cooperación para Combatir los Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe, el Protocolo Relativo a las Áreas y a la Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas y el Protocolo Relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres). Programa Ambiental del Caribe (PAC). Kingston, Jamaica, 106p
12. Vera F. y R. Borrego. 2000. *La educación ambiental en comunidades costeras insertadas en Áreas Protegidas: apuntes para una metodología*. Revista Medio Ambiente. No. 1. DPMA. CITMA. Isla de la Juventud. 8p