

## **ANEXO F: EFECTOS ECOLÓGICOS DE LA DERIVACIÓN DE AGUAS Y SEDIMENTOS HACIA LA BAHÍA DE BARBACOAS**

## REGISTRO DE REVISIÓN DE DOCUMENTO No. CM-513

### NOMBRE DEL PROYECTO

ALTERNATIVA DE REDUCCIÓN DEL CAUDAL EN EL CANAL DEL DIQUE MEDIANTE ANGOSTAMIENTO DE LA SECCIÓN POR SECTORES Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESCLUSA DE PARICUICA. ANEXO F: EFECTOS ECOLÓGICOS DE LA DERIVACIÓN DE AGUAS Y SEDIMENTOS HACIA LA BAHÍA DE BARBACOAS

### LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Dos (2) copias impresas, Dos (2) copias en medio digital en formato cerrado y Dos (2) copias en medio digital en formato abierto, de este documento han sido entregadas a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL RÍO GRANDE DE LA MAGDALENA-Cormagdalena y una (1) al LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRÁULICOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL-LEH-UN. Todas aquellas observaciones que resulten de su revisión y aplicación, deben ser informadas al LEH-UN para proceder a ejecutar sus modificaciones.

### INSTITUCIÓN

Copia Impresa No 1 Y 2	Cormagdalena
Copia digital No. 1 y 2	Cormagdalena
Copia No 3	Biblioteca LEH-UN

### ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice revisión	Capitulo Modificado	Fecha de modificación	Observaciones
0		XII-2008	INFORME FINAL
1			
2			

### ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

A P R O B A C I Ó N	Número de revisión		0	1	2
	RESPONSABLE ELABORACIÓN	Nombre:	G.P.		
		Firma:			
		Fecha:	XII-2008		
	REVISIÓN	Nombre:	J.I.O		
		Firma:			
		Fecha:	XII-2008		
	VoBo DIRECTOR DEL CONVENIO	Nombre:	R.O.O.M.		
		Firma:			
		Fecha:	XII-2008		
G.P.: Gabriel Pinilla					
J.I.O.: Jaime Iván Ordoñez					
R.O.O.M.: Rafael Orlando Ortiz Mosquera					

## CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS .....	5
LISTA DE TABLAS .....	6
E.1. INTRODUCCIÓN A LA ECOLÓGICA GENERAL DEL CANAL DEL DIQUE .....	7
E.1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE EL DESARROLLO ECOLÓGICO DEL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE .....	7
E.1.2. UBICACIÓN DE LAS FORMACIONES ECOLÓGICAS EN EL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE .....	9
E.1.3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS Y SUS IMPLICACIONES ECOLÓGICAS .....	10
E.1.4. ASPECTOS LITOLÓGICOS: .....	11
E.1.5. ASPECTOS CLIMÁTICOS .....	12
E.1.6. REGIONES DENTRO DEL CANAL DEL DIQUE .....	13
E.2. REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS EN EL ÁREA DEL CANAL DEL DIQUE Y LA BAHÍA DE BARBACOAS .....	15
E.2.1. CIÉNAGAS .....	15
E.2.2. LA FLORA EN LAS CIÉNAGAS .....	15
E.2.3. LA FAUNA DE LAS CIÉNAGAS .....	16
E.2.4. PESCA .....	17
E.2.5. MANGLARES .....	18
E.2.6. FAUNA ASOCIADA AL ECOSISTEMA DE MANGLAR .....	20
E.2.7. ESTADO DE LOS MANGLARES EN LA REGIÓN DEL CANAL DEL DIQUE .....	20
E.2.7.1. Archipiélago de las Islas del Rosario .....	21
E.2.7.2. Archipiélago de las islas de San Bernardo .....	23
E.2.7.3. Complejo del canal del Dique .....	24
E.2.7.4. Isla de Barú .....	25
E.2.7.5. Bahía de Barbacoas .....	26
E.2.7.6. Corchales .....	26
E.2.7.7. Otros Ecosistemas con Influencia Indirecta: Arrecifes de Coral (PNN Corales de Rosario y San Bernardo) .....	27
E.2.8. ASPECTOS CLIMÁTICOS .....	30
E.2.9. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS .....	30

E.2.10. HIDROGRAFÍA .....	31
E.3. VISITA DE RECONOCIMIENTO GENERAL DE LA ZONA.....	32
E.4. POSIBLES EFECTOS DEL PROYECTO DE DERIVACIÓN DE MAYOR CAUDAL DE AGUA DULCE Y CIERRE DE FLUJO EN PARACUICA SOBRE LOS ECOSISTEMAS DE LA ZONA35	
E.4.1. EFECTOS GENERALES .....	35
E.4.2. EFECTOS ESPECÍFICOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS DEL DELTA DE BARBACOAS.....	36
E.4.3. EFECTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS CORALINOS .....	38
E.5. RECOMENDACIONES PARA REDUCIR O MITIGAR LOS EFECTOS NEGATIVOS Y POTENCIAR LOS EFECTOS POSITIVOS.....	39
E.5.1. VEGETALIZACIÓN CON MANGLAR.....	39
E.5.2. ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE.....	39
E.5.3. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA.....	40
E.5.4. MANEJO DE LOS SEDIMENTOS DEL CANAL DEL DIQUE.....	40
E.5.5. OTRAS RECOMENDACIONES .....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura E- 1-1: Delta del Canal del Dique y algunos aspectos de su hidrología y de los cambios acontecidos en casi 200 años .....	9
Figura E- 2-1: Disminución de la cobertura de manglar en Colombia.....	21

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla E- 1-1: Características y capacidad de uso del suelo en la región del Canal del Dique .....	12
Tabla E- 2-1: Lista de especies de mayor importancia comercial en las ciénagas del Canal de Dique .....	18
Tabla E- 2-2: Número de especies por grupo para el PNN Corales del Rosario y San Bernardo .....	28
Tabla E- 3-1: Georreferenciación y altura de algunos sitios visitado en el Canal del Dique los días 10 a 12 de octubre de 2008 .....	32

## **E.1. INTRODUCCIÓN A LA ECOLÓGICA GENERAL DEL CANAL DEL DIQUE**

### **E.1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE EL DESARROLLO ECOLÓGICO DEL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE**

El Canal del Dique se podría considerar como un brazo “artificial” del Río Magdalena que ha dejado huella en la historia colombiana. De acuerdo con Mogollón (2001, en Alvarado 2001), es a partir de 1650 cuando se le da inicio a la creación de una salida navegable al mar, con el fin de comunicar el interior del país con la ciudad de Cartagena de Indias, pues esto facilitaría el intercambio comercial y por lo tanto el desarrollo socio-económico de las regiones. En esa época con 2000 hombres, y en tan solo 6 meses, el gobernador de Cartagena don Pedro Zapata de Mendoza, inicio obras de conexión de ciénagas de agua dulce y formó un sistema de navegación temporal.

Posteriormente vinieron las modificaciones y rectificaciones, hasta estructurar un canal de navegación permanente, pero al parecer totalmente subutilizado y con un impacto negativo hacia otros ecosistemas, al aumentar la cantidad de sedimentos. Según varios especialistas, esto ha contribuido significativamente a la muerte de los corales, como los ubicados en el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, aunque recientemente se cree que la muerte del coral se debe principalmente a los sedimentos livianos (ricos en nutrientes) que son arrastrados por la deriva marina proveniente de Bocas de Ceniza, en donde desemboca el Río Magdalena.

No obstante se podría pensar que manglar se vio favorecido, ya que este ecosistema se desarrolló y aumentó su extensión, pues la formación deltáica que se originó, coadyuvó al incremento de nuevas masas arbóreas de mangles. Sin embargo, también se podría pensar que gran parte de los manglares prístinos fueron remplazados por vegetación helófila, dados los aportes de aguas “dulces” provenientes del Río Magdalena. Finalmente el cambio se traduciría en una compensación de las áreas de manglar, con el agravante de introducir modificaciones estructurales en los bosque y modificaciones o desaparición de los componentes faunísticos de estos ecosistemas. Este último efecto parece ser el más evidente, pues desde el punto de vista serial y evolutivo, los sucesos han ocurrido en muy poco tiempo y han dejado algunas evidencias de sus consecuencias.

Con base en lo mencionado, se pueden deducir dos características de la región: (1) El área cuenta con más de 350 años de intervención humana, pero es en los últimos años en donde el deterioro ecológico y ambiental se ha incrementado, ya que se evidencia la destrucción progresiva del hábitat natural, con registros de desaparición o disminución local crítica de algunos elementos de la biota. Por ejemplo, el “caimán de aguja” (*Crocodylus acutus*), el manatí, (*Trichechus manatus*) y la tortuga de agua o río (*Podocnemis lewyana*), entre otros, prácticamente se han extinguido en la zona. (2) Con relación a los manglares el cambio ha sido total y es posible que gran parte de las áreas prístinas hayan desaparecido, sobre todo aquellas que se ubicaban en la parte interna de la antigua ciénaga de Matuna; en la

actualidad tan solo se registran formaciones herbáceas de aguas “dulces”, en donde otrora fueran asociaciones de manglar. Este parece ser el caso de las áreas circunvecinas a la población de Correa y de otras ciénagas en donde aún existen algunos remanentes de árboles de mangle.

La modificación drástica de los manglares se puede argumentar a partir de registros cartográficos, sobre todo de la Carta de la Expedición J.F. Fidalgo de 1817, que de acuerdo con Jorge I. Hernández C. (“El mono” Verbatium) corresponden a documentos cartográficos históricos de una innegable precisión, dadas las altas cualidades y calidades científicas del autor y director de la citada Carta de Expedición. En dicho documento (Figura 1) se aprecia una laguna costanera (Ciénaga de Matuna), seguramente más salada que salobre, y con una extensión dos veces mayor que la Bahía de Barbacoas, aproximadamente, si esta se toma desde Punta Barú hasta Punta de Barbacoas. Alrededor de la Ciénaga de Matuna y de las islas, crecía una vegetación de manglares, pues aún se pueden apreciar algunos vestigios de estas formaciones vegetales en cercanías de la población de Rocha, y otros relictos más en los alrededores de las ciénagas de Juan Gómez, Bohórquez y Dolores.

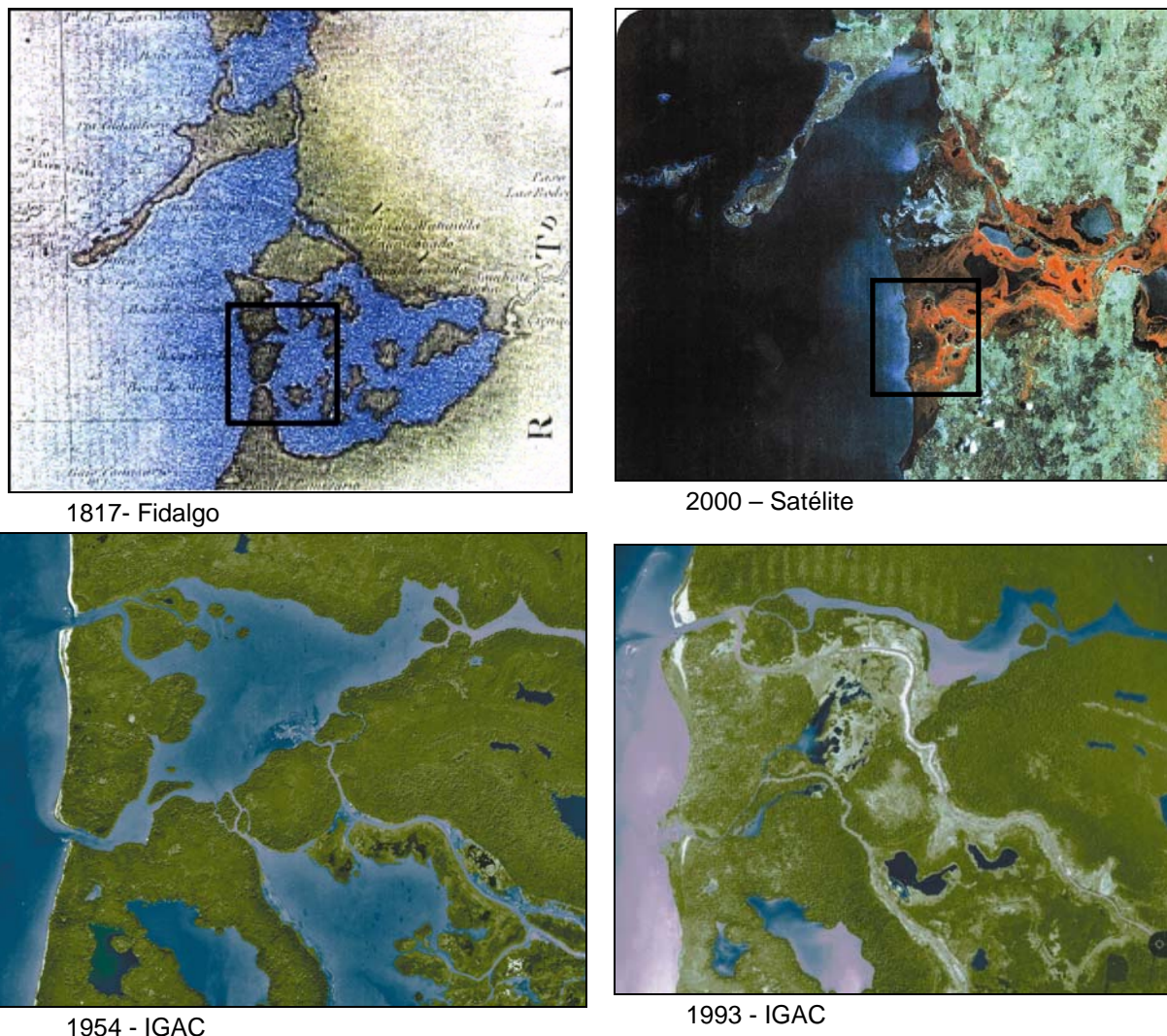
Si se compara el registro histórico con el actual, y además se sobreponen, se podría concluir que, con mayor o menor certeza, el borde actual de la ciénaga de Juan Gómez, correspondía hace 191 años al de la Ciénaga de Matuna y como era salobre, entonces poseía manglar; de ahí los relictos actuales. Igualmente se puede afirmar que el área de Matuna simplemente ha sido rellenada con sedimentos, los cuales se han depositado alrededor de las antiguas islas (Covado, por ejemplo). En el presente se localizan las formaciones vegetales de “herbetum” (arracachales y vijaguales) y el “graminetum” (gramalotales), típicas de pantanos de aguas “dulces”. Inclusive también se podría deducir que los suelos emergentes y consolidados del actual Delta del Dique, en donde se han desarrollado parte de los proyectos de camaronicultura y en donde persisten y resisten algunas formaciones subxerofíticas o de bosque seco, corresponden a estas islas “extintas”.

Por lo tanto, el complejo insular de La Matuna, junto con sus áreas aledañas, ha quedado integrado con el mosaico de ecosistemas que en la actualidad dominan el paisaje del delta del Canal del Dique y en donde sobresalen las formaciones arbóreas de manglares y córchales, algunos relictos de bosque seco, abundantes pantanos con vegetación herbácea y el complejo de ciénagas, tanto las salobres como las de aguas “dulces”. En la parte antropizada, se destacan los paisajes de cultivos de plátano y de arroz y las áreas dedicadas a la ganadería, así como a la industria camaronera que ocupa un gran porcentaje del territorio en cuestión.

Seguramente las antiguas islas corresponden hoy a los potreros en donde se desarrolla la ganadería del actual Delta, así como es altamente probable que parte de las camaroneras estén sobre estas formaciones consolidadas y rodeadas de manglar, algunos antiguos, otros de reciente formación. Continuando con el manglar, vale la pena resaltar, que la mayoría son asociaciones antiguas y de un innegable valor científico, pues en ellos en años recientes se han detectado especies de la fauna silvestre nuevas para el manglar y para la ciencia también. Este solo hecho justifica propiciar la conservación de los manglares remanentes, pues aún no se conocen completamente todos sus componentes y posibilidades.



**Figura E- 1-1: Delta del Canal del Dique y algunos aspectos de su hidrología y de los cambios acontecidos en casi 200 años**



### **E.1.2. UBICACIÓN DE LAS FORMACIONES ECOLÓGICAS EN EL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE**

El Delta del Canal del Dique pertenece a los departamentos de Bolívar y Sucre y su amplitud sobre el mar Caribe más o menos está determinada por las formaciones de manglar, las cuales van desde Punta Comisario al sur en el departamento de Sucre, hasta la propia Bahía de Cartagena en el departamento de Bolívar. Hacia la parte interna o continental el Delta más o menos se inicia en Gambotes, ya que en este punto al parecer se inicia el desborde del Canal del Dique hacia el complejo cenagoso de María La Baja, que finalmente se comunica con caño Correa. Éste forma un subdelta con 4 brazos distributarios, que en sentido sur-norte son: Boca Matuna, Boca de Luisa o Correa, Boca de Puertobelo y Boca de

Bocacerrada. En estas áreas que delimitan los caños y junto con los límites extremos ya mencionados, se encuentran la mayoría de las formaciones arbóreas de manglar y corchal del departamento de Sucre y de Bolívar. La otra porción del Delta del Canal del Dique estaría ubicado en el departamento de Bolívar principalmente, y lo conformaría los distributarios de los caños Matunilla y Lequerica, cuyas desembocadura se localizan en la Bahía de Barbacoas, y el propio Canal que desemboca en la Bahía de Cartagena en Pasacaballos.

En la Figura E- 1-1 se aprecia la ubicación general de la zona, su forma y algunos puntos de referencia. También se aprecian las formaciones de manglar de manera general y otros elementos del sistema. Igualmente, se compara la situación actual con la carta de Fidalgo (1817), con el fin de tener una idea de los cambios en los últimos 191 años.

### **E.1.3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS Y SUS IMPLICACIONES ECOLÓGICAS**

La zona corresponde a una llanura aluvial de superficie baja, plana y continua, moderadamente ondulada con inclinación del 2% y 3% hacia los cursos de agua principales. Adicionalmente existen terrazas fluviales que son superficies planas elevadas suavemente onduladas, cuyo origen es producto de procesos erosivos en el sustrato rocoso, acumulaciones y posteriores sedimentos de los niveles del canal más altos que los actuales (Aguilera, 2006).

La formación deltaica reciente, producto de un fenómeno de deltificación sedimentaria, sustituyó lo que antiguamente fue la Ciénaga de Matuna, y aunque tuvo sus inicios desde el siglo XVII, fue realmente a partir de la década de los cincuentas, cuando el proceso se ha hecho más evidente.

La presencia de una serie de islas como el Covado, con suelos arcillosos consolidados, sugieren una formación deltaica aun más antigua, pues de acuerdo con la opinión de algunos geólogos (*Verbatimum* Jaime Galvis), antes de la formación del delta exterior del Río Magdalena (Ciénaga Grande de San Marta) y de la actual desembocadura en Boca de Cenizas (Departamento del Atlántico), el Río Magdalena desembocaba en un gran delta cuya formación abarcaba sectores cercanos de lo que hoy es Galerazamba, hasta la enmascarada o desaparecida Ciénaga de Matuna. Esta dejó al parecer remanentes de su existencia, como son las ciénagas del Totumo, Luruaco, El Guajaro y Tesca, así como parte de las Bahías de Cartagena y Barbacoas. Las evidencias geológicas y geomorfológicas parecen confirmar estos hechos, que se remontan al Pleistoceno Medio a Superior, cuando ocurrieron las primeras fases del levantamiento de la costa.

En lo que corresponde al Departamento de Sucre, el Caño Correa formó un sub-delta, con cuatro salidas al mar, como se mencionó anteriormente. De éstas, el Caño Luisa o Correa propiamente dicho, mantiene en la actualidad el mayor flujo de agua del Canal del Dique. Las otras bocas o caños (Matuna, Portobello y Bocacerrada), prácticamente están taponadas por sedimentación, aunque hasta el 2002 Bocacerrada mantenía comunicación con caño Correa.

El área en donde se ubican los manglares corresponde a la parte final y activa de una llanura deltáica (parte costera), que de acuerdo con su elevación y alta irrigación podría considerarse como llanura superior o fluvial. Este es el principal componente geomorfológico de la zona, opuesto a una verdadera llanura deltáica inferior o marina (Cormagdalena 1999). Por lo tanto, allí dominan las aguas “dulces” y no las marinas. De ahí la alta complejidad de concurrencias vegetales que la caracteriza, tanto del “herbetum” (plantas herbáceas) como del “arboretum” (plantas leñosas, especialmente árboles), ya sean hidrófilas (adaptadas a la inundación) o halófilas facultativas (resistentes a aguas salobres o salinas).

También existen estrechas comunicaciones permanentes con el mar. En temporadas secas, cuando en el Canal del Dique se reducen los flujos hídricos, la intrusión de aguas marinas salobres se incrementa significativamente y su efecto sobre el paisaje también se hace evidente, dándole una mayor complejidad al entorno; en estas épocas mueren algunas helohidrófilas y se fortalecen las halófilas y su concurrencia, unos pocos metros hacia la parte más interna, hasta donde alcanza la intrusión de las aguas salobres o marinas.

Como caso excepcional, que en cierta forma ha tenido un efecto sobre la hidrología y el clima de la región, es importante señalar que en la temporada más seca de 1998 (marzo), la cuña salina se remontó varios kilómetros, quedando un sector del Canal del Dique (casi hasta la altura de la ciénaga de Juan Gómez y los caños Matunilla y Lequerica) totalmente “marino” o salinizado, pues la transparencia y el azul de sus aguas daban cuenta de la sequía que se vivía al interior del país. Al parecer esta situación se presenta en períodos de varios años y se relaciona directamente con aquellos años extremadamente secos, a nivel global.

También ha ocurrido lo contrario, y es así como en 1999 en la Bahía de Barbacoas (sobre todo en los playones aluviales de los caños Lequerica y Matunilla) se registraron salinidades de cero y permanencia de la vegetación herbácea de aguas dulces, que en años normales para la época de verano, queda eliminada. Esta agudización de períodos secos y de lluvias copiosas, mundialmente se relacionan con la problemática global del calentamiento planetario, que además han exacerbado otros fenómenos como El Niño y La Niña, relacionados directamente con estas situaciones climáticas e hidrológicas.

Los playones que se forman en las bocas del sub-delta Correa, y que por razones que serán explicados posteriormente, deben ser vegetalizados con mangle, corresponden a procesos de sedimentación fluvial y de acumulación de arenas, producto de la dinámica de las olas. Por tal razón son de origen fluvio-marino y reúnen condiciones naturales para soportar estos ecosistemas mangláricos.

#### **E.1.4. ASPECTOS LITOLÓGICOS:**

De acuerdo con Leblanc (1983), la mayoría de los suelos del manglar ubicados cerca de la costa contienen sedimentos muy finos de arcillas orgánicas y limos finos hacia la parte interna. Considerando la Carta de Fidalgo (1817), se puede deducir que los elementos arcillosos pertenecen a las formaciones más antiguas y que correspondían a la barrera de islas que protegían la Ciénaga de la Matuna, mientras que los limosos tendrían un origen

mucho más reciente y posiblemente estén relacionados con los del Canal del Dique. Sin embargo habría que tener cuidado con esta apreciación, pues también es posible que los sedimentos orgánicos sean simplemente deposiciones recientes.

El suelo presenta limitación para usos agropecuarios, la cual tiende a ser mayor en la medida que se acerca al mar y menor en el otro sentido, en donde hay una mayor extensión pero con permanentes inundaciones (Tabla E- 1-1). Esta situación se relaciona directamente con el poco drenaje, una temporada de inundación muy larga y la acumulación de sales. De ahí que en muchos lugares se favorece el desarrollo de especies de mangle, pero en otros no, como en los más internos.

**Tabla E- 1-1: Características y capacidad de uso del suelo en la región del Canal del Dique**

Clase	Unidad cartográfica	Factores limitantes	Uso y prácticas de manejo recomendadas
VI h	RVCay	Muy superficiales, drenaje muy pobre, con inundaciones prolongadas o sales y sodio	Pastoreo extensivo durante el verano; protección de zonas contiguas a las ciénagas.
VII h	RWDaz	Drenaje muy pobre o que permanecen inundados o con nivel freático cerca de la superficie casi todo el año	Protección de flora y fauna; se puede realizar pesca controlada cuando las ciénagas permanecen inundadas
VIII	RWHaz	Pendiente mayor del 75%, erosión severa, misceláneo erosionado, afloramiento rocosos o drenajes pantanosos	Protección de flora y fauna, instalación de camaroneras

Fuente: IGAC, 1998

### E.1.5. ASPECTOS CLIMÁTICOS

La región hace parte del Cinturón Árido Pericaribeño, el cual se extiende por la zona litoral hasta Venezuela y presenta un importante factor de modelamiento, consistente en la presencia de enclaves secos costaneros (Sierra-Díaz 1999). En esta zona, los vientos Alisios relativamente secos que durante el invierno nórdico soplan con dirección NE, son los responsables de la escasez de lluvias y en consecuencia de la singular aridez que la caracteriza (Sierra-Díaz et al. 2000), como se puede observar en sectores adyacentes del Delta del Canal del Dique, en suelos totalmente emergidos y dominados por especies xerófilas (plantas de ambientes secos).

El régimen de lluvias se ajusta medianamente al Bimodal-Tetraestacional común para la región, pues la temporada seca de mitad de año no es tan extensa ni marcada. En la temporada de mediados de diciembre a mediados de abril, principalmente, se presenta la época más seca del año, que modifica drásticamente el paisaje vegetal, sobre todo el de

suelos emergentes y consolidados. Sin embargo, para el manglar resulta siendo una temporada estratégica, de concurrencia, de permanencia y de dominancia. Esto es así porque al disminuir los flujos hídricos continentales, en este caso los del Dique a causa de la disminución de las precipitaciones, la intrusión de aguas salobres se hace mayor. Además en este tiempo seco se presentan las mareas más altas (vivas), lo que también resulta conveniente para estas formaciones arbóreas.

Las temporadas de lluvias se presentan desde mediados de abril a mediados de diciembre, principalmente, con un descenso significativo durante los meses de junio y julio (el veranillo). La segunda parte del periodo lluvioso es más húmedo que la primera. En términos globales la zona muestra un clima con déficit hídrico importante, influenciado por los vientos ya mencionados y definidos por la zona de confluencia intertropical. La temperatura media anual es de 27,6 °C (la mínima es 23,1 y la máxima 32,9 °C) y la pluviosidad promedio es de 1160 mm (con fluctuaciones entre 850 y 1250 mm). La evaporación supera a la precipitación. La humedad relativa promedio de 50% de día y 98% en la noche en las épocas secas y muy estable (70% a 89%) en temporada de lluvias (Sánchez-Páez *et al.* 1997).

#### **E.1.6. REGIONES DENTRO DEL CANAL DEL DIQUE**

La región del Canal del Dique corresponde a una subregión del Caribe colombiano que abarca un área de 531,700 has, conformada por 19 municipios pertenecientes a tres departamentos: Campo de la Cruz, Manatí, Repelón, Santa Lucía, Sabanalarga, Luruaco y Suan, en el departamento del Atlántico; Cartagena, Arjona, Arroyo Hondo, Calamar, Mahates, María La Baja, San Cristóbal, San Estanislao, Santa Rosa del Lima, Soplaviento y Turbana en el departamento de Bolívar y San Onofre en el departamento de Sucre (Aguilera, 2006).

El Canal del Dique es una derivación del río Magdalena que nace en la población de Calamar. Tiene una longitud total de 113 km y una desembocadura principal en la bahía de Cartagena; presenta tres desembocaduras laterales que son el caño Correa, que da mar afuera, y los caños Matunilla y Lequerica, que llegan a la bahía de Barbacoas. Teniendo en cuenta las condiciones físicas, hidrológicas y topográficas, el Canal del Dique se puede subdividir en regiones más pequeñas. De esta forma se pueden reconocer la zona alta, media y baja del canal (Aguilera, 2006).

- Alto Canal del Dique: en esta zona quedarían incluidos los municipios de Manatí, Repelón, Santa Lucía, Sabanalarga, Luruaco, Suan, Campo de la Cruz, Calamar, Arroyo Hondo, Soplaviento y San Cristóbal. Corresponde a los primeros 33 km del canal e incluye un sector del río Magdalena cercano a Calamar. Por otro lado, en este sector se encuentran las ciénagas de los Negros y Jobo y el embalse del Guájaro (Aguilera, 2006).
- Medio Canal del Dique: conformado por los municipios de Mahates, Arjona, María La Baja y San Estanislao. Ahí se encuentra el sistema cenagoso de Capote, Tupe y Zarzal, además de otras ciénagas como Matuya, María La Baja, Luisa y Aguas Claras (Aguilera, 2006).

- Bajo Canal del Dique: incluye parte de los municipios de María La Baja, Arjona, Turbana, Cartagena y San Onofre. Es una zona fluvio-marina que va desde el estrecho de Rocha-Correa hasta la desembocadura en el mar abierto y en las bahías de Cartagena y Barbacoas. Aquí se encuentra la ciénaga de Juan Gómez, que abastece el acueducto de Cartagena; adicionalmente, existen en la zona otras ciénagas que no están directamente conectadas con el canal sino en época de aguas altas. Esta zona se caracteriza por la presencia de bosques de manglar dada la influencia de agua salada.

## **E.2. REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS EN EL ÁREA DEL CANAL DEL DIQUE Y LA BAHÍA DE BARBACOAS**

### **E.2.1. CIÉNAGAS**

La región Caribe se caracteriza por la presencia de numerosos humedales de tierras bajas. Ejemplos típicos de estos ecosistemas son el complejo cenagoso de Zapatosa y la ciénaga Grande de Santa Marta. En general estos ecosistemas albergan una gran variedad de formaciones vegetales que mantienen estrechas relaciones con la fauna. Esas formaciones vegetales son manglares, bosques ribereños y xerofíticos y vegetación típica de pantano de agua dulce (Moreno y Álvarez, 2003).

Los humedales asociados al canal del Dique están representados por las ciénagas y los complejos cenagosos. Estos ambientes son determinantes en el desarrollo de gran cantidad de especies de fauna y flora silvestres terrestres y acuáticas. Vistos como recursos hídricos, es posible encontrar una gran cantidad de cuerpos de agua dulce en la zona. La presencia de dichos humedales convierte a esta área en la segunda en importancia en oferta hídrica de la cuenca baja del río Magdalena, después de la Ciénaga Grande de Santa Marta. El área ocupada por las ciénagas alcanza las 298.026 Ha, con un volumen aproximado de 12.000.000 m<sup>3</sup> de agua. Esta gran abundancia de agua, es probablemente la causa más importante de la alta riqueza de especies de la región.

### **E.2.2. LA FLORA EN LAS CIÉNAGAS**

La principal formación vegetal de la región corresponde al bosque de manglar, que se distribuyen principalmente en las bahías de Barbacoas y Cartagena y en todo el delta del Canal. Más adelante se ampliará la información referente a los bosques de manglar, sin embargo cabe aclarar que tienen un altísimo valor ecológico, gran productividad pesquera, disponibilidad de sitios de alimentación, refugio y anidación de especies de fauna silvestres, ya que ofrecen hábitats adecuados a especies en peligro de extinción, como el caimán (*Crocodylus acutus*). Por otro lado funcionan como retenedores de sedimentos, filtro natural de materia orgánica, estabilizador de playas y barrera contra la acción de las mareas.

Los bosques de agua dulce crecen en las riberas de los cuerpos de agua y terrenos inundados durante largos periodos o permanentemente. Las especies más representativas de este tipo de bosques son el corcho (*Pterocarpus officinalis*), el cantagallo (*Eritrina fusca*), el suan (*Picus dendrocida*) y otras especies herbáceas y arbustivas, cuya densidad ha venido disminuyendo progresivamente por acción antrópica. La presencia de estas especies, al igual que la de los manglares, es necesarias para la producción pesquera e importante como refugios para la fauna silvestre.

En las ciénagas de agua dulce del Canal del Dique se encuentra vegetación flotante como la taruya (*Eichhornia crasipes*) y lechuga de agua (*Pistia stratiotes*). Estas especies tienen la capacidad de formar islas que dificultan la navegación, pero cuando la inundación las arrastra hacia el mar la salinidad las destruye. En las orillas de las ciénagas se distribuye una vegetación herbácea y arbustiva representada por el gramalote (*Paspalum*) y otras especies de gramíneas que representan la dieta del chigüiro o ponche (*Hidrochaeris hidrochaeris*), el manatí (*Trichechus manatus*) y otras especies acuáticas, como la tortuga de río (*Podocnemis lewyana*) y la icotea (*Trachemys scripta*). Igualmente proporcionan alimentación y refugio a gran cantidad de especies de aves migratorias que vienen de Norteamérica. Al igual que otras formaciones vegetales de la región, esta vegetación se ha visto fuertemente afectada por la desecación de ciénagas, inducidas por el cierre de caños que se comunican con el canal del Dique, así como por la construcción de jarillones que buscan adecuar zonas inundables para ampliar la frontera agrícola y ganadera.

Por otro lado, las franjas de vegetación que se desarrolla en las orillas de quebradas y arroyos permanentes o temporales, solo cuentan con algunos metros de ancho (3 ó 4 m), ya el bosque ha sido talado y quemado para formar potreros o cultivos de plátanos. Aún quedan algunos vestigios de bosque bien drenados de tierra firme, alrededor del sistema de ciénagas, en los cuales predominan especies de follaje micrófilo (hojas pequeñas) o nanófilo (hojas muy pequeñas), que reflejan la temperatura extrema y la escasez de agua en el suelo.

### E.2.3. LA FAUNA DE LAS CIÉNAGAS

La zona del Canal del Dique se destaca por la gran diversidad de especies de fauna asociadas a los ecosistemas acuáticos, tanto de origen terrestre como de hábitos anfibios. Dentro de los grupos más abundantes se encuentran las aves que pueden ser residentes o migratorias. Para la zona del canal del Dique, se han registrado 335 especies de aves, que corresponden al 18,6% de la totalidad de especies para Colombia. Sin embargo en censos recientes, se han encontrado solamente 129 especies, que corresponden al 38,5% de lo esperado. Es posible que esta disminución se deba a la degradación de los ecosistemas y a la presión de extracción a las cual están sometidas algunas especies (Aguilera, 2006).

En las ciénagas de María la Baja y Capote existen grandes cantidades de aves asociadas a la vegetación ribereña y flotante, tales como colonias de patos buzo (*Phalacrocorax olivaceus*) y pelícanos (*Pelecanus occidentales*). Adicionalmente, estas ciénagas son refugios de tijeretas de mar, patos cuervo, chavarrías (*Chauna chavaria*, especie endémica para Colombia y Venezuela y que actualmente está en peligro de extinción), chorlos, gallitos de ciénagas, pollos de agua y especies migratorias que evitan las estaciones invernales en los hemisferios norte y sur (Aguilera, 2006).

En cuanto a los mamíferos, se han registrado 118 especies, tales como el perrito venadero (*Speothos veneticus*), el venado racimo o de cuernos (*Odocoileus virginianus*), el mico tití o cabeza blanca (*Saguinus oedipus*), el mico nocturno (*Aotus lemurinus*), el jaguar, tigre mariposa o tigre malibú (*Leo onca*) y el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*), entre otras. La deforestación, la caza indiscriminada y el aumento de potreros han contribuido notablemente a la reducción de estas especies (Aguilera, 2006).



El grupo de reptiles incluye los de hábitats acuáticos y de ambientes terrestres. Incluso habitan lugares en los cuales conviven con el hombre. Se registran lagartos (Saurios) y serpientes que son diversos y abundantes con cerca de 50 especies (5 géneros venenosos y 45 no venenosos). Los lagartos más comunes están representados por la iguana (*Iguana iguana*) y los lobitos o tipleros (*Cnemidophorus lemniscatus*), seguidos por los gecos o limpiacasas (*Gonatodes albugularis*). Dentro de los reptiles semiacuáticos se encuentran la babilla (*Caiman crocodilus*) y el caimán aguja (*Crocodylus acutus*). Este último está en peligro de extinción en el país. Su caza se sigue practicando en forma ilegal en la zona, pues su piel es muy valiosa (Aguilera, 2006).

Los anfibios son principalmente de hábitos nocturnos, posiblemente para evadir a los depredadores. Solamente la rana venenosa (*Dendrobates truncatus*) es diurna. Esta especie tiene una coloración vistosa y alta toxicidad, dada por los exudados dérmicos que les permiten protegerse de los depredadores. Se han reportado ocho especies de ranas, número reducido que puede deberse a la baja humedad, combinada con las altas temperaturas de la zona que son un limitante fisiológico para su establecimiento (Aguilera, 2006).

#### **E.2.4. PESCA**

Los diferentes cuerpos de agua de la región constituyen un importante área para el recurso pesquero, soportan los ciclos de subienda y bajanza y se acoplan al proceso de estiaje y corrientes que determinan la pesca. Dentro de las especies de peces más importantes de la zona, se encuentran la arenca (*Triportheus magdalenae*), el bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*), el blanquillo (*Sorubim lima*), el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), la cachama (*Colossoma macropomum*), la corvina (*Plagioscion magdalenae*), la doncella (*Ageneiosus caucanus*), la mojarra amarilla (*Petenia kraussi*), el moncholo (*Hoplias malabaricus*), el nicuro (*Pimelodus clarias*), la pacora (*Plagioscion magdalenae*) el sábalo (*Tarpon atlanticus*) y la sardina (*Curimata mivartii*) (Aguilera 2006).

Las especies presentes en las ciénagas pueden ser residentes que desarrollan todo su ciclo de vida en ellas, o migratorias que permanecen allí durante algunos períodos. Dada la cercanía del mar pueden aparecer especies estuarinas de origen marino, y migratorias como el sábalo y el róbalo. En la región existe una fuerte actividad pesquera, de carácter artesanal en su totalidad. En la Tabla E- 2-1 se presentan las principales especies que tienen importancia comercial. Sin embargo, también se capturan especies de muy bajo valor comercial, pero que se usan como autoconsumo, tales como la mojarra amarilla, la viejita y la arenca. Por otro lado, está el bagre, que es una especie migratoria y de alto valor comercial, pero se encuentra en peligro de extinción.

El uso de la fauna silvestre responde en buena medida al autoconsumo y en algunos casos al comercio ilegal en ciudades cercanas. Dentro de los recursos más apetecidos están los huevos y neonatos de iguana, el conejo, la guatínaja, el venado, las pieles de babilla, el chigüiro o ponche y las aves como el pisingo, el pato malibú, la viudita y los loros, entre otros

**Tabla E- 2-1: Lista de especies de mayor importancia comercial en las ciénagas del Canal de Dique**

Nombre científico	Nombre común	Observaciones
<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	Abunda en las ciénagas del canal del Dique, evita las aguas que no sean completamente dulces
<i>Pimelodus clarias</i>	Barbudo	Importante en la pesca doméstica, puede llegar a los mercados locales
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	Especie dulceacuícola de mayor importancia económica en Colombia
<i>Plagioscion magdalenae</i>	Corvina	De origen marino adaptada a las aguas dulces
<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo	Carnívoro y resistente a la contaminación de las aguas y a la salinidad
<i>Colossoma macropomum</i>	Cachama	Originaria de la Amazonía y Orinoquía e introducida a todas las cuencas del país
<i>Tarpon atlanticus</i>	Sábalo	Vive en el mar y en los ríos. Pesca deportiva

**Fuente:** Tomado de Aguilera 2006

#### E.2.5. MANGLARES

Corresponden a una formación vegetal típica del límite de las aguas marinas con los cuerpos de agua dulce. Normalmente se ubican hacia la desembocadura de los ríos en el mar y juegan un importante papel en la consolidación de nuevo suelo a través del proceso de la sucesión. La vegetación del manglar se destaca por tener numerosas adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le permiten tener una alta tolerancia a diversos factores tales como la inundación por aguas salobres, los cambios de nivel de la marea, la acción de los vientos, la precipitación local, las variaciones de caudal y la sedimentación de los ríos (Sánchez y Álvarez 1997, Moreno y Álvarez 2003, Aguilera 2006). Las zonas costeras están en general sometidas a gran actividad por la acción del agua y por esto constituyen áreas muy dinámicas, que cambian fuertemente.

La distribución mundial de las formaciones de manglar se limita a regiones tropicales y subtropicales. En Colombia se encuentran presentes en las costas Caribe y Pacífico. No están representadas por una sola especie, pero las especies que conforman el manglar deben compartir ciertas características que les permitan sobrevivir en ambientes con estas condiciones. Estas características son: notable tolerancia al agua salada y salobre; numerosas adaptaciones morfológicas, que les permitan sobrevivir en condiciones inestables; capacidad para realizar el intercambio gaseoso en ambientes anaerobios; y producción de embriones que sean capaces de soportar la inundación y el transporte a través del agua, para colonizar nuevos espacios (Sánchez y Álvarez 1997, Aguilera 2006; Flórez *et al.* sin fecha).

La tolerancia al agua salada hace a estas plantas menos vulnerables a los cambios de marea y les permite sobrevivir exitosamente en agua salada, salobre o dulce. Para hacerle frente a las concentraciones de sal, las plantas del manglar han desarrollado la capacidad de eliminar parte de ésta a través de las raíces; otra porción la acumulan en los tejidos. Esta cantidad de sal acumulada varía según la especie. El papel de la sal en la planta es promover el flujo de agua desde las raíces, hasta las yemas de crecimiento. A nivel celular, las vacuolas son las encargadas de acumular la sal (Sánchez y Álvarez 1997, Aguilera 2006).

El mangle negro, salado, iguanero o de humo (*Avicennia germinans*) es una de las especies que tolera mayores concentraciones de sal. Otra especie notablemente tolerante a la salinidad, aunque en menor medida, es el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (Sánchez y Álvarez 1997, Aguilera 2006).

Con respecto a su permanencia en suelos inestables, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) es la que mejor soporta estas condiciones, ya que tiene adaptaciones morfológicas que se lo permiten. Dichas adaptaciones consisten en el desarrollo de raíces en forma de zancos que penetran en suelos lodosos. Por esta razón, este mangle es muy común en las orillas de ciénagas, pantanos y caños. El resultado más evidente de la acción de dichas raíces, es la acumulación de materia orgánica que queda atrapada en ellas y que posteriormente va consolidando suelo nuevo. El mangle negro (*Avicennia germinans*) presenta raíces en forma de estrella que le dan estabilidad, pero requiere suelos más consolidados para establecerse. El mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) poseen raíces tabloides que le confieren estabilidad, pero necesita suelos consolidados para establecerse (Sánchez y Álvarez 1997, Aguilera 2006, Villalba sin fecha).

En cuanto al intercambio gaseoso en ambientes anaerobios, los árboles que conforman el manglar, han desarrollado numerosas alternativas. En el caso del mangle rojo, posee lenticelas en las raíces que se abren cuando la marea baja y se cierran cuando vuelve a subir; de esta manera solo permite la entrada de agua. El mangle piñuelo tiene las lenticelas en la superficie externa de las raíces tabloides y así acumula aire en un tejido esponjoso que está conectado a estas. Cuando la marea sube, las lenticelas se cierran y el árbol respira gracias al aire almacenado en los tejidos; cuando la marea baja, se llenan nuevamente y así sucesivamente. El mangle negro, ha desarrollado un sistema muy sofisticado para resolver este problema. Las raíces penetran el sustrato y unas estructuras esponjosas derivadas de las raíces llamadas neumatóforos, almacenan aire que es utilizado cuando la marea aumenta y lo vuelven a tomar cuando está baja.

Los embriones flotantes son fundamentales en la dispersión de las especies de mangle. En el caso de *Rhizophora mangle*, en el momento en el que las semillas abandonan el árbol, ya han germinado, lo que hace a esta especie notablemente diferente de las plantas terrestres (podría decirse que son vivíparas). En general los embriones pueden viajar por varios meses, ayudados por las corrientes del agua, mientras encuentran un lecho adecuado para su establecimiento. Los mangles piñuelo y negro tienen la semilla cubierta con cámaras de aire, que se van abriendo a medida que se llenan de agua, dejándola libre y dándole la oportunidad de aferrarse al sustrato.

La importancia ecológica de estos ecosistemas radica principalmente en su interacción con los ambientes que lo rodean. En el caso de las ciénagas, lagunas y bahías, los manglares aportan grandes cantidades de materia orgánica, la cual es determinante para el desarrollo de los procesos ecológicos que se dan en este tipo de sistemas acuáticos, los cuales son muy importantes en extensión y número en el Canal del Dique.

#### **E.2.6. FAUNA ASOCIADA AL ECOSISTEMA DE MANGLAR**

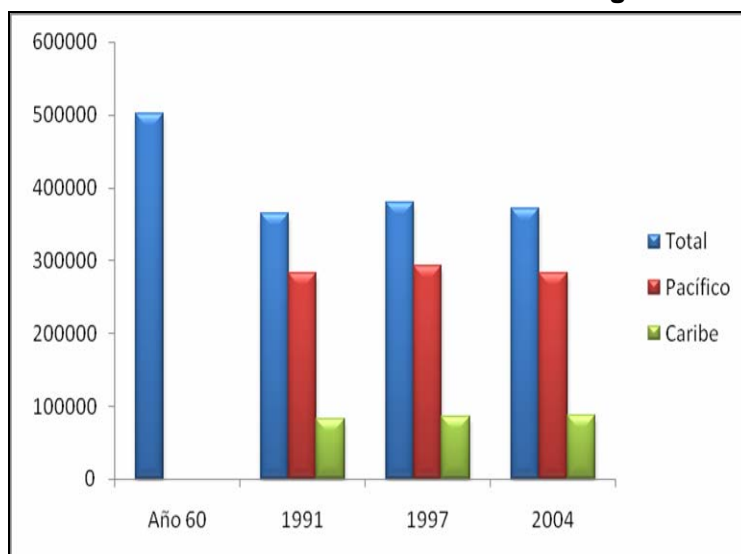
Dadas las características muy particulares de este ecosistema, la fauna asociada tiene diferentes procedencias. En primer lugar está la fauna procedente del mar, especialmente peces, crustáceos y moluscos, que en muchos casos usan las raíces del manglar como refugio y fuente de alimento. En segundo lugar está la fauna proveniente de los cuerpos de agua dulce, representada por peces, reptiles y algunos mamíferos. En tercer lugar está la fauna terrestre que hace parte del ecosistema; aquí es posible encontrar mamíferos, reptiles, anfibios e insectos, entre otros. Por último y muy importante, se encuentra la avifauna que puede ser de naturaleza migratoria o permanente. Como se puede observar, una gran cantidad de especies animales están asociadas al ecosistema de manglar, pero son a su vez muy sensibles a sus variaciones ecológicas; se requieren manglares en buen estado ecológico para garantizar la permanencia de la alta diversidad animal. Debido a las condiciones particulares de este ecosistema, existe una gran oferta de hábitats que son ocupados por las especies allí presentes.

#### **E.2.7. ESTADO DE LOS MANGLARES EN LA REGIÓN DEL CANAL DEL DIQUE**

Dada la difícil situación económica de las poblaciones que viven cerca de los ecosistemas de manglar en Colombia, estos han sido objeto de un uso descontrolado, lo que ha reducido notablemente su cobertura, principalmente en la costa Caribe. Sin embargo, se han adelantado numerosos proyectos con miras al restablecimiento de dichos ambientes. En general estas iniciativas han generado resultados satisfactorios como es el caso de del proyecto “Manejo Sostenible y Restauración de los Manglares por Comunidades Locales del Caribe de Colombia”, realizado entre enero de 2002 y junio de 2004 con la participación del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), las Corporaciones Autónomas Regionales CORPOURABÁ, CVS, CARSUCRE, CARDIQUE y CORPAMAG y las comunidades de la región (Sánchez-Páez *et al.* 2004). Dentro de las actividades de este proyecto, se restauraron 450 Ha de manglares, se restablecieron las condiciones de algunos cuerpos de agua, se logró la producción de plantas en viveros comunitarios, y se hizo la siembra de las plantas. Por otro lado en el marco del proyecto, se adelantó un estudio referente a la dinámica de crecimiento de los mangles en parcelas permanentes y se capacitó a las comunidades locales en prácticas correctas de manejo de este recurso.

A pesar de todos estos esfuerzos, el balance general corresponde a una disminución progresiva de la cobertura de manglar, siendo mucho más drástica en la costa Caribe que en la del Pacífico. Al observar la Figura E- 2-1, se puede concluir que la pérdida de cobertura de bosques de manglar tuvo una reducción dramática de la década de los años 60 a los 90. Sin embargo, después de esta reducción la cobertura se ha mantenido más o menos en la misma proporción, probablemente porque recientemente ha venido creciendo una conciencia ambiental que anteriormente no existía.

**Figura E- 2-1: Disminución de la cobertura de manglar en Colombia**



Los manglares que se encuentran ubicados en la zona de estudio, presentan algunas diferencias en su forma de crecimiento, dependiendo de la localidad. Los bosques de mangle encontrados en la bahía de Cartagena, se caracterizan por presentar árboles de porte relativamente grande y alta diversidad. En esta región se encuentran las especies *Pellicera rhizophorae*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*. Hacia la región de Barú, las Islas del Rosario y el archipiélago de San Bernardo, los árboles se caracterizan por crecer sobre sustratos rocosos, sobre arenas finas de origen coralino, en aguas claras, pobres en nutrientes. Estos bosques se han visto sometidos a la tala con el fin de construir hoteles y lugares de recreo turístico. Específicamente los bosques de la zona del Canal del Dique se han visto afectados por la tala excesiva y la instalación de camaroneras.

Según Sánchez y Álvarez (1997), los manglares de la zona de interés (que incluye las áreas cercanas de Islas el Rosario, el archipiélago de San Bernardo y la isla de Barú) durante el periodo de estudio se encontraban en el estado que se describe a continuación:

#### **E.2.7.1. Archipiélago de las Islas del Rosario**

- Isla Rosario

De todas las islas, Rosario es la que presenta la mayor área de manglar del archipiélago. En esta zona se hallan bosques mixtos conformados por individuos de bajo porte. El bosque de manglar de esta isla se caracteriza por tener un cobertura de 6 Ha, ser monoespecífico (*Rhizophora mangle*) y estar en diferentes estados sucesionales. Adicionalmente en algunos sectores de la isla, se observan algunos ejemplares de corozo, níspero y mango.

- Isla Grande

En esta isla se han talado casi totalmente las áreas cubiertas anteriormente por *Rhizophora mangle* para la adecuación de playas con fines turísticos. En las zonas de mínima marea se encuentran praderas del pasto marino *Thalassia testudinum* y del alga coralina *Halimeda* sp. Las formaciones de manglar de la isla están conformadas por diferentes especies, según la zona particular de la isla que se evalúe. Las especies encontradas son *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erecta*, *Batis maritima*, *Coccoloba uvifera* y *Laguncularia racemosa*.

Se reportaron numerosas especies de fauna asociadas al manglar de esta isla, tales como bivalvos (*Brachiodontes exustus*, *Crassostrea rhizophorae*, *Isognomon* spp.), esponjas filtradoras, ascidias y poliquetos sedentarios (*Sabelastarte* sp.), así como una gran cantidad de familias de peces como Lutjanidae, Sphyraenidae, Pomachantidae, Belonidae y Tetraodontidae, entre otras. El ecosistema de manglar es fundamental en el ciclo de vida de muchas de estas especies, ya que les sirve como guardería en las primeras etapas de desarrollo.

- La Isleta

También pertenece al archipiélago de Islas del Rosario. Se reconoce por las playas arenosas y rocosas con vegetación de *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erecta* en las franjas exteriores de la isla y con vegetación subxerofítica en el interior.

- Isla Naval

La vegetación de esta isla está representada casi exclusivamente por *Conocarpus erecta* y *Rhizophora mangle*.

- Isla Arena

Casi toda la superficie de la isla está cubierta de manglar, ya que se han adelantado varios proyectos de reforestación a través de viveros y establecimiento de zonas protegidas (Cañón y Rodríguez 1994). La composición del bosque está dado por franjas externas de *Rhizophora mangle*, seguido por *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, y en algunas zonas *Conocarpus erecta*.

- Isla Pavito

Tiene limitado crecimiento del manglar. Se encuentran algunos ejemplares aislados de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y en algunas zonas, *Conocarpus erecta*.

- Isla Tesoro

Se caracteriza por tener un bajo nivel de intervención antrópica, lo que ha permitido el desarrollo de un manglar de porte bajo. La mayor parte de la isla posee un sustrato calcáreo que dificulta el establecimiento de la vegetación. No obstante, en la zona interna de la isla, hay bosques mixtos formados por ejemplares de *L. racemosa*, seguido por *R. mangle* y por último ejemplares de *C. erecta*.

- Islas del Complejo Pajarales

Esta isla tiene gran importancia, ya que sirve como lugar de anidación de algunas especies de aves tales como la tijereta (*Fregata magnificens*). Presenta boques mixtos de *R. mangle*, *C. erecta* y *L. racemosa*.

- Isla Pirata

En esta zona no se hallan formaciones de manglar a excepción de algunos individuos de *C. erecta*.

#### **E.2.7.2. Archipiélago de las islas de San Bernardo**

- Isla Tintipan

Constituye la isla de mayor tamaño del archipiélago. Tiene una considerable cobertura de manglar, a pesar de una gran intervención antrópica que ha determinado la transformación del bosque. Por lo general se encuentran bosques con una franja externa de *Rhizophora mangle*, con franjas internas mixtas conformadas por *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* y algunos individuos de *Avicennia germinans*. En esta isla existen numerosas construcciones dentro de las zonas de manglar, razón por la cual ha sido talado considerablemente. En sus playas se registra la presencia de praderas de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) (Flórez y Etter 2003).

- Isla Mangle

Es de características similares a la isla Tintipan, en cuanto a la composición y distribución del bosque. Está casi totalmente cubierta de bosques de manglar mixtos, dominados por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y en menor proporción *Conocarpus erecta*. Sus playas cuentan con la presencia de praderas de pastos marinos, representados por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*.

- Isla Palma

En algunos sectores de la isla la playa está cubierta por bosque subxerofítico. La especie de mangle que domina la isla es el *Conocarpus erecta*, seguido por *Laguncularia*

*racemosa* y por último cuenta con bosques de *R. mangle* en relativo buen estado, que son conservados con fines turísticos.

- Isla Ceycen

Esta isla presenta una moderada franja interna compuesta por *R. mangle*.

- Isla Maravilla

Se caracteriza por tener suelos de arenas coralinas. La isla es muy frecuentada por especies de tijeretas (*Fregata magnificens*) y pelícanos (*Pelecanus occidentalis*). Las especies de mangle presentes en la zona son *L. racemosa* y *R. mangle*, representadas por pocos individuos.

- Isla Múcura

Tiene poca cobertura de manglar, representado solamente por algunos individuos de *R. mangle* y *C. erecta* (Flórez y Etter 2003).

- Isla Panda

Con una vegetación más bien rara, en algunos sectores la isla presenta cobertura correspondiente a bosque subxerofítico y en otros sectores bosques de manglar mixto con la presencia de *C. erecta*, *L. racemosa* y *R. mangle*. Dicha vegetación sirve como refugio de especies de aves tales como el pato cuervo (*Phalacrocorax olivaceus*) y la tijereta (*Fregata magnificens*).

### **E.2.7.3. Complejo del canal del Dique**

- Arroyo Hondo

Esta ciénaga hace parte del canal del Dique y tiene acceso por la bahía Barbacoas. Esta zona se caracteriza por la alta presión de tala a la que está sometida por la población local. El bosque se caracteriza por ser mixto, con una franja externa dominante de *Rhizophora mangle*, seguido por un bosque más heterogéneo compuesto por *Laguncularia racemosa* principalmente y *Pellicera rhizophorae* en último grado de importancia, dada su baja representación. En zonas más internas donde se dan las características del terreno y se acumula sal, se encuentran parches de *A. germinans* y *R. mangle* (Pinto-Nolla y Naranjo-González 1993).

- Ciénaga Honda

Esta es otra ciénaga asociada al canal del Dique en los límites del departamento de Bolívar. En general las características de la vegetación es muy similar a la que se observa en Arroyo Hondo, pero con menor influencia de agua salada. Se caracteriza por la ausencia de *Pellicera rhizophorae*. Sin embargo en esta ciénaga, la densidad de *L. racemosa* es ligeramente superior a la de *R. mangle*, dada la condición dulce de la



ciénaga por influencia del canal del Dique. En las orillas de la ciénaga, se encuentran poblaciones de taruya (*Eichhornia crassipes*).

- Caños Lequerica y Matunilla

Comunican el canal del Dique con la bahía de Barbacoas. En el caso de los dos caños, la distribución de las especies de manglar se da con el mismo patrón. En la zona más próxima a la costa se encuentra la mayor densidad de *R. mangle*, seguido por bosques de *A. germinans* y por último se encuentran los individuos de *L. racemosa*. En el caso del caño Matunilla, en la mayor parte de su longitud, el bosque de manglar está separado de la orilla por unos 40 m. En la zona externa de la franja se encuentra *L. racemosa*, que es explotada por la población. La especie dominante en los bosques ubicados en el caño es *A. germinans*, seguida por *L. racemosa*.

- Punta Barbacoas

En esta zona existe una porción de manglar muerto, probablemente debido a la sedimentación de algunos de los caños que allí desembocan. La especie de mangle dominante corresponde a *A. germinans*, que se encuentra en regulares condiciones de conservación. Debido a que el nivel del agua ha bajado y actualmente no llega a inundar el bosque, muchos árboles se han secado y muerto. A pesar de las adversas condiciones en las que se encuentran los bosques de esta zona, aún permanecen algunos individuos de *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*.

#### E.2.7.4. Isla de Barú

- Ciénaga de Cholón

El bosque de manglar de esta ciénaga está representado por *R. mangle* en la zona más externa. Hacia el interior se ubica *C. erecta* y a continuación *L. racemosa*, que puede estar mezclada con el uvito de playa (*Coccoloba uvifera*). También se encuentran individuos del bejuco de leche (*Rhabdadenia biflora*).

- Ciénaga el Pelao

Tiene características muy similares a la ciénaga del Cholón. La especie dominante es *R. mangle*, pero esta ciénaga se encuentra sometida a gran presión por tala.

- Ciénaga del Mohan

Esta ciénaga está rodeada de un manglar de bajo porte. En la zona más externa se ubica *R. mangle*. La composición del bosque va cambiando hacia la zona interior, transformándose en un bosque mixto, compuesto por *R. mangle*, *L. racemosa* y *Pellicera rhizophorae*. Esta es un área notablemente intervenida, en la cual hay gran cantidad de senderos y caminos.

#### E.2.7.5. Bahía de Barbacoas

- Boca Cerrada

Se ubicada en el límite entre los departamentos de Sucre y Bolívar. Es una zona de suelos cenagosos atravesada por numerosos caños intercomunicados. Cuenta con bosques de manglar que dan al mar, quedando *R. mangle* en primera fila. En franjas más internas se forma un bosque mixto de *A. germinans* y *L. racemosa*. Al remontar los caños, se empieza a observar la presencia de *P. rhizophorae*, cuya densidad aumenta con la influencia del agua dulce. Una especie que tiene un comportamiento similar es el corcho o tánico (*Pterocarpus officinalis*), el cual va desplazando primero a *A. germinans* y posteriormente a *L. racemosa*, a medida que el agua se hace más dulce.

#### E.2.7.6. Corchales

La especie que le da su nombre a esta formación vegetal es el corcho (*Pterocarpus officinalis*). Esta especie se encuentra también en Puerto Rico, Guyana, Panamá, México, Jamaica, Haití, República Dominicana, las Antillas Menores incluyendo a Guadalupe y la Martinica, Dominica, la isla de Marie Galante, Santa Lucía, Sant Vincent, Trinidad y Tobago, Honduras, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Ecuador, Surinam, la Guyana Francesa y el estuario del río Amazonas, hasta el estado de Maranhão en Brasil. Ha sido introducido en Cuba y el sur de la Florida. Es un árbol que alcanza 40 m de altura y de 60 a 90 cm en diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). La forma del tronco ayuda a la identificación en campo. Posee una madera muy liviana, un látex rojo oscuro que exuda a partir de los cortes en la corteza, hojas grandes, alternas y pinadas impares, y unas vainas planas, redondas y aladas. Es típico de tierras pantanosas costeras, pantanos de agua fresca y salobre, en el lado tierra adentro de los manglares y a lo largo de los bancos de los arroyos (Weaver 1997).

Aunque esta especie prefiere los suelos pantanosos, no se limita a ellos y dependiendo de la zona, se puede desarrollar en ambientes con diferentes condiciones de suelo y humedad, así como diferentes valores de pH, densidad del suelo y contenido de materia orgánica (Weaver 1997).

En algunas zonas del Caribe, el corcho se encuentra asociado a otras especies vegetales tales como *Annona glabra*, *Carapa guianensis*, *Symphonia globulifera* y *Virola surinamensis*. En Colombia, se encuentran corchales en el Caribe y hacia la región de Nariño en el Pacífico. En la primera zona, se halla asociado a *Bombax aquaticum*, *Symphonia globulifera* y *Virola surinamensis* y en el segundo caso se asocia a *Mora megistosperma* (Weaver 1997).

La sobrevivencia exitosa de esta especie se debe probablemente a una combinación de factores tales como semillas flotantes, rápido crecimiento, alta capacidad para el rebrote, troncos con contrafuertes, la presencia de neumatóforos y la tolerancia a condiciones ligeramente salobres (Weaver 1997).

El corcho se caracteriza por tener una madera blanda, relativamente débil y muy liviana, con un peso específico en el intervalo de 0.30 a 0.36 g por cm<sup>3</sup>. La madera carece de olor o sabor distintivo, tiene una textura de mediana a áspera, una fibra de recta a irregular y un

lustre mediano. La madera se seca bien y es fácil de trabajar. Es adecuada para la construcción interior y para el ensamblaje simple, para la elaboración de flotadores para redes de pescar y para la fabricación de muebles de bajo costo (Weaver 1997).

El corchal constituye un tipo de vegetación muy particular presente en la zona del Canal del Dique. Dadas sus particularidades ha llamado la atención de numerosos investigadores, al punto de haberse creado el Santuario de Flora y Fauna El Corchal “El Mono Hernández”, en homenaje al investigador Jorge Hernández Camacho. El santuario se localiza en los municipios de San Onofre (Sucre) y Arjona (Bolívar), con una extensión de 3.850 Ha. Uno de los principales aportes de esta reserva es la posibilidad de conservar cinco especies de mangle, además del hecho de albergar este tipo de bosque muy particular, conformado básicamente por el corcho (Aguilera 2006).

La fauna presente en el Santuario se caracteriza por su tolerancia a la inundación, entre los que se encuentran: la zorra manglera (*Procyon lotor*), el mono aullador (*Alouatta seniculus*), el tinajo (*Agouti paca*), el ponche o chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), las marmosas (*Marmosa robinsoni*), la tortuga de río (*Podocnemis lewyana*), la chavarría (*Chauna chavaria*), la garza real (*Ardea cocoi*), el pato barraquete (*Dendrocygna automalis*), el pato buzo (*Phalacrocorax olivaceus*), el bebehumo (*Busareilus nigricollis*) y el canario manglero (*Dendroica petechia*) (Aguilera 2006).

El clima del Santuario es tropical semiárido y depende de las variaciones en la precipitación. Como se mencionó al inicio de este documento, el régimen de lluvia es bimodal. En el Santuario se registra una precipitación promedio de 1100 mm anuales. Los períodos de lluvia se presentan desde mediados de abril a principios de noviembre, con una importante disminución en los meses de junio y julio, que corresponden a la segunda temporada seca, la cual más húmeda que la primera y se denomina veranillo de San Juan. La época más seca del año está influenciada por los Alisios del Noreste y se inicia a mediados de diciembre hasta mediados de abril (Aguilera 2006).

Dentro del Santuario se hallan 57 Ha de planos fluviomarinos ubicados cerca al litoral; 312 Ha de ciénagas cubiertas de manglar distribuidas en toda la extensión del Santuario, entre las cuales se destacan la ciénaga de Pablo Benítez, La Escuadra, Los Bajitos, Moreno y Orinoco; 28 Ha de caños de agua dulce y semidulce que irrigan la zona del delta, entre los que destacan los caños Rico, Portobel, Burro, Orinoco y Orinoquito, que junto a los caños Correa y Hondito ubicados en la zona de amortiguación al norte y sur del Santuario, respectivamente, conforman el actual sistema deltáico natural del Canal del Dique (Aguilera 2006).

#### **E.2.7.7. Otros Ecosistemas con Influencia Indirecta: Arrecifes de Coral (PNN Corales de Rosario y San Bernardo)**

El PNN Corales del Rosario y San Bernardo está ubicado en el Caribe colombiano a 45 km del suroeste de la bahía de Cartagena, muy cerca a la desembocadura del Canal del Dique. Es una de las 51 áreas del Sistema de Parques Nacionales, cuya área se redefinió en 1966, estableciéndose las 120.000 Ha protegidas, de las cuales el 99.5% corresponde a territorio sumergido, representadas principalmente por arrecifes de coral, aunque también se

encuentran praderas de fanerógamas y bosques de manglar (CIOH- CARDIQUE 1998, UAESPNN 2006, CARDIQUE 2008). Se caracteriza por la presencia de numerosos ecosistemas tales como humedales, manglares, fondos sedimentarios, litorales rocosos y arenosos, praderas de pastos marinos, arrecifes de coral y formaciones vegetales subxerofíticas. La fauna que se ha reportado para el todo el parque, incluyendo los dos archipiélagos, se muestra en la Tabla E- 2-2

**Tabla E- 2-2: Número de especies por grupo para el PNN Corales del Rosario y San Bernardo**

Grupo	No. De especies
Corales	52
Protozoarios y foraminíferos	125
Esponjas	45
Moluscos	197
Crustáceos (camarones de arrecife, langostas y cangrejos ermitaños)	170
Celenterados (medusas y falsos corales)	132
Equinodermos (estrellas de mar, erizos y pepinos de mar)	35
Peces	215
Aves marinas (tijeras, pelícanos, alcatraces y pájaros bobos)	31
Algas planctónicas	113

**Fuente:** Tomado de Lizarazo y López 2007

Este parque se destaca por ser una muy importante reserva de biodiversidad y sus ecosistemas son altamente productivos en términos de energía. Por esa razón es un refugio apropiado para gran cantidad de especies de una gran cantidad de grupos de fauna, flora y microorganismos (Lizarazo y López 2007). Las formaciones coralinas presentes en el parque, cumplen una importante función de protección de las costas, protegiéndolas de la erosión.

Los ecosistemas de arrecifes de coral son extremadamente sensibles a los cambios en las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan apropiadamente. Por ejemplo, requieren valores de temperatura muy estrechos que van de los 25° a los 30°C, alta salinidad, agua transparente y sustrato estable. La luz es también un factor determinante en la salud de los arrecifes ya que muchas especies dependen de ella para sus procesos metabólicos. En general, la cobertura de coral vivo en el parque ha venido disminuyendo en los últimos años.

En buena medida esta alta diversidad de especies, se debe a las condiciones climáticas y geográficas de la región. Colombia está ubicada en la zona de convergencia intertropical, lo que ha convertido al país en un territorio privilegiado en cuanto a biodiversidad. Una de las consecuencias más evidentes de dicha ubicación, es el clima cálido que se da en la mayor parte del país durante todo el año. El PNN Corales del Rosario y San Bernardo, están bajo la influencia de numerosas corrientes de viento que varían su dirección y velocidad, según la época del año. Las comunidades de arrecifes coralinos se han visto fuertemente afectada

principalmente por actividades humanas como la sobrepesca, turismo, acumulación de sedimentos, aporte de aguas negras, extracción de corales y proliferación de algas entre otros (Lizarazo y López 2007).

Los estudios sobre los corales del PNN Islas del Rosario muestran que en 1984, a diferencia de 1977, se presentó un gran deterioro de los ecosistemas coralinos. Existen versiones encontradas sobre el causante de la disminución de estos arrecifes coralinos. Según Alvarado *et al.* (1985) después de las obras de ampliación y rectificación del Canal en 1982, se aumentó el caudal promedio en un 33%, lo que produjo una descarga aproximada de 12000 toneladas diarias de material sólido arrojados al mar por los caños Lequerica y Matunilla. Estos autores y otros más (Barón *et al.* 1984 En: Universidad del Norte 2003) proponen que Canal del Dique aporta voluminosas y continuas cantidades de sedimentos a la Bahía de Barbacoas, los cuales viajan con las corrientes hasta el parque, donde invaden y deterioran los ecosistemas coralinos.

Por otra parte, la mortalidad de los arrecifes coralinos también se atribuye a otros factores distintos a la sedimentación proveniente del Canal del Dique. También se ha explicado como consecuencia del uso de la dinamita como alternativa de pesca, por el turismo incontrolado y por los rellenos artificiales para construir viviendas. Adicionalmente, se ha evidenciado una alteración en los parámetros fisicoquímicos como nutrientes, turbidez, temperatura, salinidad y transparencia (Alvarado *et al.* 1985, Corchuelo y Alvarado 1990).

Otros autores afirman que la influencia de las aguas del Canal del Dique se da en toda el área del parque, pero solo en la capa superficial. Algunos investigadores señalan además que el apilamiento de aguas sobre la plataforma continental del Canal debido al encuentro de dos corrientes marinas opuestas, determina una baja influencia de las aguas del Canal sobre el parque. Estudios actuales de flora y fauna determinan que la disminución de las especies está determinada por el aumento global de la temperatura y la mortalidad epidémica de los corales (Leblanc 1985, Pujos y Le Tareau 1988, Cendales 1999 y Rojas 2001). En resumen, aún no es claro que las aguas del Canal del Dique que salen a la Bahía de Barbacoas tengan un efecto directo sobre los corales de los archipiélagos de Islas del Rosario y de San Bernardo.

Las praderas de pastos marinos tienen como función ecológica ser fuente directa e indirecta de alimento para numerosas especies marinas (peces, crustáceos, moluscos, etc.). También ofrecen un sustrato para la fijación de epífitos y estabilizan el sedimento. Así mismo, constituyen zonas de refugio para las primeras etapas de desarrollo de algunas especies. Las praderas de pastos marinos presentes en el archipiélago de San Bernardo muestran una distribución fragmentada y definida por la descarga de agua dulce del río Sinú y posiblemente por la de los caños provenientes del Canal del Dique, así como la descarga de aguas negras y sedimentos que aumentan la turbidez del agua y limitan su crecimiento (Lizarazo y López 2007).

Otro de los ecosistemas presentes en el PNN Corales del Rosario y San Bernardo, corresponde a las lagunas costeras. Son cuerpos de agua someros, permanentes, rodeados por manglares. Estos ecosistemas tienen gran importancia, dado su gran aporte de materia orgánica a los ecosistemas vecinos. Allí habitan numerosas especies y constituyen una

importante vía de flujo de energía y de reciclaje de nutrientes. Se han visto fuertemente afectadas por el hombre, ya que en estas lagunas se descargan aguas negras de poblaciones cercanas y con frecuencia se sobreexplotan sus recursos biológicos (Lizarazo y López 2007).

Por otro lado el litoral rocoso es un ambiente que proporciona un sustrato para aquellas especies que están adaptadas a fijarse a sustratos duros, cambios de salinidad y fuerte acción del oleaje. En el parque, este ecosistema se ve afectado por la excesiva extracción de peces, langosta y caracol, entre otras especies (Lizarazo y López 2007). En cuanto al litoral arenoso, es un hábitat que ofrece refugio a especies de fauna y flora, que adicionalmente reduce la acción erosiva del oleaje, ya que la posibilidad de movilizar la arena le quita energía a las olas. Las zonas de litoral arenoso presentes en el parque son utilizadas por tortugas marinas, con el fin de depositar sus huevos (Lizarazo y López 2007).

Un ecosistema terrestre presente en el parque es el bosque seco tropical. Se considera que uno de los pocos relictos de bosques de estas características que aun sobrevive en el Caribe colombiano se encuentra en el parque. Estos bosques son hábitat de gran cantidad de especies de aves, residentes y migratorias. Dada la mínima actividad humana en estas zonas del parque, su estado de conservación es satisfactorio (Lizarazo y López 2007).

#### **E.2.8. ASPECTOS CLIMÁTICOS**

En cuanto a la precipitación, la zona presenta un régimen bimodal con un promedio anual de 500 a 1000 mm y un promedio de días de lluvia que está entre los 50 a 100 días. Los picos de lluvias se encuentran en los meses de mayo a junio y de agosto a noviembre, siendo generalmente octubre el mes más lluvioso de todo el año. Durante la época seca, las lluvias llegan solo hasta los 50 mm mensuales, siendo enero y febrero los meses de menor precipitación (Lizarazo y López 2007).

En cuanto a la temperatura, el PNN Corales del Rosario y San Bernardo corresponde a una de las zonas con mayores temperaturas del país. El promedio se encuentra entre los 28° y 32°C, confiriéndole a la zona un clima cálido y seco, con cambios mínimos a lo largo del año. Los meses más cálidos son mayo y junio y el menos caluroso es octubre (Lizarazo y López 2007).

#### **E.2.9. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS**

Las corrientes está determinadas principalmente por los vientos, que en el caso de Colombia son básicamente dos. Una que proviene del noreste y se dirige hacia el suroeste, conocida como corriente de la Guajira; la contracorriente de Panamá corre en dirección opuesta. La intensidad de dichas corrientes depende de la época del año y de las condiciones climáticas. Si se acepta la influencia del Canal del Dique a través de los caños Matunilla y Lequerica, habría una tercer corriente de agua dulce en la zona del parque. Por último, la desembocadura del río Sinú también hace un aporte importante de agua dulce y sedimentos (Lizarazo y López 2007).

Las mareas consisten en los cambios de nivel del mar en las zonas costeras del parque. Estos cambios son de gran importancia en la dinámica ecológica de los bosques de las islas y dinamiza sus aportes de materia orgánica a los ecosistemas sumergidos. La marea depende de factores meteorológicos como la acción del viento sobre la superficie del mar (Lizarazo y López 2007). En el Caribe colombiano, la fluctuación de las mareas es aproximadamente de 20 cm.

La energía con la cual las olas rompen en la costa determina la transformación física de la misma. La intensidad del oleaje está directamente influenciada por la acción del viento sobre la superficie del espejo de agua. En las islas del Rosario, durante los meses secos, el oleaje es muy fuerte y provoca una fuerte erosión en sus costas (Lizarazo y López 2007).

#### **E.2.10. HIDROGRAFÍA**

El área del parque constituye una zona muy particular, ya que parece recibir aportes de agua dulce provenientes del continente (Canal del Dique por los caños Matunilla y Lequerica y desembocadura del río Sinú). El río Sinú afecta principalmente al archipiélago de San Bernardo. Las aguas residuales de Cartagena, generadas por la industria, el turismo, la agricultura, el cultivo de camarones y el uso doméstico, podrían ser otra fuente de aguas hacia el parque (Lizarazo y López 2007).

### E.3. VISITA DE RECONOCIMIENTO GENERAL DE LA ZONA

Con el objetivo de hacer un reconocimiento a la región que se vería afectada por la derivación de mayor agua y sedimentos por las obras previstas en el Canal del Dique, se realizó una visita a la zona, especialmente al área de influencia de la Bahía de Barbacoas. En la siguiente tabla (Tabla E- 3-1) se presentan los datos de georreferenciación de algunos sitios visitados entre el 10 y el 12 de octubre de 2008. Las condiciones del Dique durante la visita fueron de niveles muy altos, los cuales provocaban desbordes a lo largo de todo el trayecto del canal.

**Tabla E- 3-1: Georreferenciación y altura de algunos sitios visitado en el Canal del Dique los días 10 a 12 de octubre de 2008**

Sitio	Posición	Elevación
CORCHAL	N9 59 48.9 W75 33 13.3	7 m
CORCHAL2	N10 00 05.4 W75 32 59.5	0 m
CORCHAL3	N10 00 26.5 W75 32 52.9	0 m
CORREA	N10 03 58.8 W75 24 13.8	1 m
EL RECREO	N10 12 12.2 W75 31 04.2	1 m
LA HONDA	N10 03 44.1 W75 32 11.1	0 m
LA HONDA2	N10 03 37.9 W75 32 00.9	0 m
LA HONDA3	N10 03 45.9 W75 30 45.3	3 m
MRA L BAJA	N10 03 16.2 W75 23 29.2	13 m
PALOTAL	N10 06 14.6 W75 28 53.5	3 m

Durante estos recorridos los puntos sobresalientes y que en cierta forma merecieron atención especial fueron los siguientes:

- Caño Lequérica: En el recorrido de este caño se pudo observar la dinámica de cómo se han establecido las plantaciones de manglar en los últimos años, ya que en el año 1998 y hasta el 2002, el proyecto Manglares de Colombia del Ministerio de Ambiente desarrolló una serie de actividades de siembra de mangles con la participación de comunidades de mangleros y pescadores de las localidades de Pasacaballos y Leticia. Algunos de los sectores sembrados hace cerca de 10 años mostraban en el momento de la visita doseles cercanos a los 10 metros y una condición saludables en estructura y crecimiento. Con esta observación se demuestra es la viabilidad para que zonas de playones de reciente formación pudiesen ser vegetalizados con manglares con el fin de estructurar el inicio de la formación de estos ecosistemas.
- Bahía de Barbacoas: Esta bahía que se localiza entre la Isla de Baru y la punta de Barbacoas. En la parte interna posee el caño Lequerica y el Matunilla cuyas aguas



provenientes del Canal del Dique son fuente de sedimentos y por lo tanto de la formación de los playones fluvio-marinos que posteriormente, mediante la acreción, se consolidarán en suelos.

- Punta de Barbacoas: La punta de Barbacoas en el año 1998 estaba en estado de degradación, caracterizada por muerte masiva del arbolado. En la actualidad se pudo constatar su restauración total, gracias a las labores de siembra de plántulas de mangle y a la apertura de caños, llevadas a cabo durante los años 1999 al 2003 por parte del Proyecto Manglares de Colombia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y bajo la responsabilidad de la comunidad de Bocacerrada, principalmente. Igualmente en este sitio se observó un proceso de erosión costera, el cual deberá considerarse en el futuro inmediato mediante actividades de monitoreo, a fin de determinar la magnitud del proceso y posteriormente programar acciones de mitigación.
- Bocacerrada: Al parecer, esta comunidad ha venido sufriendo un empeoramiento de sus condiciones de vida, ya que las necesidades básicas que siempre han sido insatisfechas, ahora se agravan más por una mayor inundabilidad sobre la población y por ausencia del estado y de proyectos de desarrollo social. Además, la inexistencia de fuente de agua dulce cercana y de buena calidad les complica la situación.
- Santuario de Flora y Fauna El Corchal Mono Hernández: Esta reserva natural se mantiene más o menos en buenas condiciones, advirtiéndose que los corchales (*Pterocarpus officinalis*) ubicados sobre la Curva del Cura en caño Rico y parte de los ubicados en el caño de Portobelo han muerto, al parecer por falta de agua dulce, ya que esta especie solamente tolera salinidades menores de 5 partes por mil. Igualmente, el recorrido realizado por las ciénagas de Benites y de la Honda, dejó ver que esta última, la de mayor importancia ecológica de la zona y la de mayor extensión, se encuentra en buenas condiciones. En resumen, se pudo constatar que la reserva natural del Corchal, se mantiene aparentemente en buenas condiciones.
- Boca de Luisa: Esta podría considerarse como la boca principal del delta del Canal del Dique sobre la Bahía de Barbacoas. En este sitio se observó que la sedimentación y la formación de los playones fluvio-marinos ha venido en aumento, sin poder precisar por ahora su magnitud.
- Canal del Dique tramo Leticia: Se observaron los posibles sectores en donde podría construirse un sistema de esclusas o compuertas que disminuirían significativamente el aporte de sedimentos a la Bahía de Cartagena, pero que posiblemente aumentarían el flujo de agua por los caños Correa y Matunilla.
- Bosque de Corcho: Por el caño Correa se visitó una de las formaciones de bosques de corcho, los cuales aún persisten en pequeños parches en los alrededores de esta corriente de agua. Vale la pena mencionar que estas son formaciones únicas en el contexto ecológico del país y que su presencia en el Canal del Dique fue la principal

causa para que un sector se declarara como reserva natural en una de las categorías de importancia nacional.

- Ciénaga de Correa-María la Baja: Este cuerpo de agua se visitó de manera general y no se apreciaron situaciones anormales. Se constató que el flujo de agua va de la ciénaga hacia el caño Correa.
- Canal del Dique-zona inundada: En uno de los puntos de referencia hidrológica sobre el canal del Dique se observó como en el momento se registraba uno de los niveles más altos de inundación del año, con un rebosamiento del canal hacia la planicie de inundación, sobretudo en el sector cercano al inicio de Caño Correa.
- Pasacaballos: Como una idea que deberá estudiarse con detenimiento, se planteó la posibilidad de instalar en este punto las esclusas o compuertas, pues esto estaría en concordancia con los planes de desarrollo que tiene previstos el gobierno regional y nacional para la Isla de Barú, en donde se incluye un puente y otras obras de infraestructura.

## **E.4. POSIBLES EFECTOS DEL PROYECTO DE DERIVACIÓN DE MAYOR CAUDAL DE AGUA DULCE Y CIERRE DE FLUJO EN PARACUICA SOBRE LOS ECOSISTEMAS DE LA ZONA**

La derivación de un mayor caudal del agua del Canal del Dique a través de los caños Correa y Matunilla tendrá innegables efectos positivos y negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas ubicados entre el Canal y la Bahía de Barbacoas, y posiblemente sobre otros sistemas más alejado como los corales del Parque Nacional Natural Corales el Rosario y San Bernardo. En principio, es importante tener presente que este proyecto parte de las siguientes premisas :

- La depositación de los sedimentos de las aguas del Canal del Dique que llegan a la Bahía de Cartagena puede llegar a afectar la navegabilidad y la actividad portuaria en este importante puerto.
- Los sedimentos del Canal del Dique están colmatando actualmente el sistema de ciénagas.
- Para el consumo diario de agua, las comunidades que habitan en las inmediaciones del Canal del Dique, incluyendo Cartagena, dependen de las aguas dulces que éste conduce.
- Existe un interés económico y político para mantener la navegación por el río Magdalena y por el Canal del Dique.
- La fauna y la flora y los ecosistemas naturales dependen de los ciclos hidrológicos del Canal del Dique.
- Parte de los sistemas productivos, dependen del ciclo hidrológico del Canal del Dique.

Una vez conocidas las premisas indicadas atrás, es necesario evaluar de manera exploratoria los posibles efectos del proyecto de reducción de caudales del Canal del Dique. A continuación se resumen algunos de estas posibles afectaciones:

### **E.4.1. EFECTOS GENERALES**

- La cantidad de sedimentos en la Bahía de Cartagena disminuiría significativamente.
- La cuña salina remontaría hasta la compuerta y el caño Lequerica se salinizaría; los aportes de agua dulce hacia la bahía de Barbacoas permanecen iguales o se reducen ligeramente.

- Las tendencias salinas favorecerían las formaciones de manglar y en este sentido estas prosperarían hasta tal punto que resultarían remplazando las formaciones de herbáceas y que crecen en las inmediaciones del Canal cerca de la Bahía de Cartagena.
- El flujo de agua y por lo tanto de sedimentos del caño Matunilla, aumentaría ligeramente, pero se reduciría a cero la entrada de sedimentos por el Caño Lequerica, lo que en total significa menor aporte de agua dulce y sedimentos a la bahía de barbacoas; se podría generar un aumento de la extensión de los playones fluviomarinos en la desembocadura en la Bahía de Barbacoas, reduciéndose los de la zona del caño Lequerica.
- Aumentaría el nivel de inundación en los sistemas lagunares desde El Caño Correa, (K80), hasta la esclusa o compuerta. Esta condición podría mejorar la navegabilidad del Canal pero también podría afectar los suelos cultivados y en cierta forma los sistemas productivos.
- En el delta de Barbacoas las formaciones de Corcho podrían verse beneficiadas con un mayor aporte de agua dulce pero los sedimentos podrían acelerar la colmatación de las ciénagas de desborde, sin embargo, el aumento del aporte de agua dulce y sedimentos es muy limitado debido a la reducción general del caudal en el Canal del Dique.
- Algunos sectores con manglar podrían perjudicarse por un aporte de sedimentos y por lo tanto por una consolidación de suelos y con la dominancia de vegetación de pezofilas que finalmente podría remplazar a las halohelófilas. Estas condiciones requieren estudio y manejo adecuado.

#### **E.4.2. EFECTOS ESPECÍFICOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS DEL DELTA DE BARBACOAS**

El aumento de caudal implicará una dulcificación de la zona entre el Canal y la Bahía de Barbacoas, en la zona del Caño Matunilla; lo opuesto ocurriría en la zona del Caño Lequerica. Esto significa que habrá cambios en los aportes de agua dulce y que la influencia marina será diferente, por lo cual algunas ciénagas donde se presentan manglares más adaptados a condiciones salinas tenderán a ver desaparecer estas especies, (esto podría ocurrir con el mangle negro *A. germinas*), mientras que otras soportarían mejor la dulcificación, (el mangle rojo, por ejemplo). Esto posiblemente sucederá en las ciénagas más cercanas a la línea de costa. No obstante hay que tener en cuenta que el aumento de agua dulce es ligero, y puede verse contrarrestado por el actual incremento del nivel del mar ocasionado por el calentamiento global.

Como consecuencia de una mayor disponibilidad de agua dulce en algunos sectores, la composición de especies de peces, invertebrados, crustáceos y moluscos cambiará, desplazándose aquellos organismos que requieren mayor grado de salinidad. La salinización de un tramo del canal del Dique cambiará las condiciones físicoquímicas de algunos cuerpos

de agua, lo que claramente se reflejaría en cambios en la composición de las comunidades biológicas que allí habitan. Un ejemplo claro de estos cambios sería el retroceso de especies de peces de agua dulce a zonas que no tengan influencia de agua salina. Aunque en la zona existen algunas especies que soportan ciertos cambios de salinidad en el agua, hay muchas otras que son estrictamente dulceacuícolas y se verían relegadas a la zona del Canal que conserve solo agua dulce. Un efecto positivo de la dulcificación será el aumento del hábitat adecuado para el desarrollo de los corchales, los cuales seguramente tendrá mayor posibilidad de extenderse en la zona.

Acompañando el incremento de caudal, habrá también un aumento de sedimentos que entrarán a la zona del delta de Matunilla en Barbacoas. Esto implicará que la zona entre el Canal y la Bahía de Barbacoas seguirá siendo un gran depositador de estos sedimentos, con el consecuente avance lento pero continuo del delta sobre la bahía. A largo plazo se esperaría la desaparición por colmatación de algunas ciénagas, (empezando por las más pequeñas y someras), y la formación de otras nuevas en la bahía, la cual siempre ha sido de baja profundidad hacia la línea costera. Es posible que en algunas décadas la Bahía de Barbacoas se convierta en un complejo de ciénagas, como ocurrió en la antigua Bahía de Cispatá; este proceso sin embargo, se puede intervenir y mejorar.

Es posible que el incremento de aguas y sedimentos hacia la zona de Barbacoas implique también un aumento de la productividad de sus ecosistemas, dado que habrá una mayor disponibilidad de nutrientes y materia orgánica. Se esperaría por tanto una mayor producción pesquera de peces y crustáceos. De manera opuesta, la actividad de pesca en la Bahía de Cartagena en Pasacaballos se reducirá debido a que no llegarán los aportes de nutrientes a este sitio.

Así como la zona del Caño Matunilla en Barbacoas se volverá más dulce, (con los cambios reseñados), la zona aguas abajo del sitio donde quedará la esclusa, (posiblemente en el sector de Paracuica), se salinizará. Esto ocurrirá en todo el trayecto del caño Lequerica y en el Canal desde la esclusa hasta Pasacaballos. No habrá por tanto peces de aguas dulces en este sector y en los ecosistemas de manglar se presentará un incremento de las especies más resistentes al estrés salino.

Igualmente, en la parte socioeconómica prácticamente todas las comunidades asentadas a lo largo del Canal del Dique dependen de su dinámica hídrica. La ganadería extensiva, algunos cultivos semitecnificados y los cultivos de pan coger constituyen los sistemas productivos principales. De manera particular, la industria de la camaricultura asentada en los manglares, o en las inmediaciones de éstos, ocupan un reglón importante en la economía privada de la región y del país. Estos cultivadores de camarón que se ubican en el tramo que posiblemente se salinizará, podrían ver reducida su producción o incrementados sus costos por la escasez de agua dulce. Por lo tanto, los cambios en las condiciones de caudal y salinidad a lo largo del sistema tendrá implicaciones ecológicas que se reflejarán en las comunidades humanas.

#### **E.4.3. EFECTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS CORALINOS**

Es posible que las aguas dulces cargadas de sedimentos y nutrientes contribuyan en alguna forma al deterioro de los arrecifes de coral en el PNN de Corales del Rosario y San Bernardo. Los efectos pueden ser de varios clases; el aumento de la turbidez del agua, (por sedimentos finos), obstaculiza los procesos metabólicos de los corales; como se sabe los pólipos coralinos mantienen una relación de simbiosis con algas microscópicas llamadas zooxantelas; dichos organismos necesitan de la luz para llevar a cabo sus procesos fotosintéticos y aportar elementos para el crecimiento del esqueleto del coral.

Por otro lado, el aumento de sedimentos en el agua podría taponar progresivamente los orificios de los pólipos, impidiéndoles captar el alimento, expulsar los materiales de desecho y realizar el intercambio gaseoso. Todo lo anterior se traduciría en la muerte gradual de los corales por aumento de la sedimentación aportada por la mayor cantidad de agua dulce que saldría a la Bahía de Barbacoas y que sería transportada hasta el parque por las corrientes.

Desde otra perspectiva, el aumento de aguas dulces y sedimentos está acompañado de mayores concentraciones de nutrientes, los cuales podrían promover el crecimiento de macroalgas marinas sobre el coral, provocando su muerte por la colonización que hacen estas algas sobre las estructuras coralinas.

Los resultados de la modelación marina realizada generan alguna tranquilidad en el sentido de que la afectación por cuenta de los sedimentos del canal del Dique sería limitada, y en ninguna forma sería mayor a la que ya existe en la zona; por el contrario el efecto se puede minimizar con manejo adecuado de los sedimentos en la Bahía.

## **E.5. RECOMENDACIONES PARA REDUCIR O MITIGAR LOS EFECTOS NEGATIVOS Y POTENCIAR LOS EFECTOS POSITIVOS**

Debido a que se ha considerado la posibilidad de construir una esclusa o una compuerta que disminuya la entrada de sedimentos a la Bahía de Cartagena para que éstos de alguna manera se concentren más en la desembocadura del caño Matunilla en la Bahía de Barbacoas, se hace necesario encontrar alternativas que reduzcan los efectos dañinos sobre los ecosistemas directa e indirectamente comprometidos. Las siguientes son algunas sugerencias iniciales que deberán estudiarse y complementarse en el futuro con estudios más detallados.

### **E.5.1. VEGETALIZACIÓN CON MANGLAR**

Se propone realizar la vegetalización con especies de mangles de los playones que se irán formando por la entrada de mayores cantidades de sedimentos. De esta manera se podría aumentar la productividad ecológica de la zona, a la vez que se estabilizarían los sedimentos que entren al delta de Barbacoas. Igualmente, se sugiere vincular grupos comunitarios locales en los procesos de vegetalización y restauración de las áreas de manglar. Esto implicaría el desarrollo de la **silvicultura manglárica** en la región, con la participación de pobladores locales como parte del paquete de proyectos productivos piloto que deberán plantearse y desarrollarse.

Con relación a este punto vale la pena mencionar que Colombia, a través del Proyecto Manglares del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y llevado a cabo durante los años 1998 al 2004, se desarrolló e implementó la base metodológica para la restauración, la vegetalización y el ordenamiento de las áreas de manglar de la costa Caribe de Colombia. En este sentido las compensaciones o mitigaciones que comprometan a los manglares cuentan con buena información técnica (ver bibliografía consultada) y con varias comunidades capacitadas en la zona (Pasacaballos, Leticia y Bocacerrada) que podrían participar y beneficiarse de los proyectos que se desarrollen.

### **E.5.2. ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL DELTA DEL CANAL DEL DIQUE**

El Delta del Canal del Dique ha sido objeto de varios procesos de ordenamiento en donde sobresalen los siguientes (ver referencias bibliográficas):

- Zonificación de las áreas de manglar del departamento de Sucre
- Zonificación de las áreas de manglar del departamento de Bolívar
- Declaratoria del Santuario de flora y fauna el “Corchal Mono Hernández”

Cada uno de estos procesos de ordenamiento está ampliamente documentado; incluso algunos de ellos poseen planes de manejo, como es el caso del Santuario de Flora y Fauna el Corchal Mono Hernández de la Unidad Especial del Sistema de Parques Nacionales Nacionales. Igualmente se cuenta con cartografía específica en la que está registrado el ordenamiento, y con varios documentos relacionados en la bibliografía. Todas estas experiencias pueden servir de base para establecer un plan de ordenamiento de la zona de Barbacoas que aproveche las condiciones generadas por el proyecto de reducción de caudales del Canal del Dique.

### **E.5.3. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA**

Agua y sedimentos son los puntos a considerar y su relación con la conservación de la biodiversidad, los sistemas productivos y el bienestar de las comunidades son los parámetros a evaluar. Por lo tanto será necesario conocer con detalle cada uno de estos parámetros, es decir caracterizar y diagnosticar la biodiversidad y el funcionamiento de los sistemas productivos y estudiar los aspectos socioeconómicos de las comunidades.

La caracterización permitirá definir cuál es la biodiversidad (de ecosistemas o biomas, poblaciones, comunidades y especies), en dónde se localiza y cómo varía. Deberá cuantificarse en términos de extensión o abundancia. Igualmente, con la caracterización física se podrán determinar con precisión los aspectos climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, etc. En la parte socioeconómica se deberá evaluar en dónde se localizan, cómo y de qué viven las comunidades humanas.

Toda esta información será fundamental para abordar de la manera más técnica y eficiente posible las actividades que se establezcan en el plan de ordenamiento de la zona del Delta del Canal del Dique.

### **E.5.4. MANEJO DE LOS SEDIMENTOS DEL CANAL DEL DIQUE**

Este es uno de los puntos más relevantes y que tiene mayores implicaciones, pues el complejo del Canal del Dique desde Calamar hasta el delta en el mar Caribe involucra uno de los sistemas de humedales más importantes de la llanura de la costa Caribe. Desde el punto de vista de los ecosistemas naturales los humedales, representados por los helobiomas y los limnobiomas, son los dominantes, seguidos por los manglares o halohelobiomas, los corchales y todo el complejo pantanoso del “herbetum” y el “graminetum”. En la parte marina, los corales ubicados en el área de influencia del delta del Canal del Dique también son de una alta diversidad y productividad. Todos estos ecosistemas se verán afectados por los cambios en el caudal y los sedimentos.

Deberá continuarse con la operación y mantenimiento mediante dragado de las trampas de sedimentos en Calamar. Trampas semejantes se podrían instalar a la entrada de los caños Correa y Matunilla.



El proceso de vegetalización del playones en Barbacoas deberá hacerse de manera programada y buscando el establecimiento de las comunidades de manglar en los sitios en que haya mayor depositación de sedimentos. De esta manera se potenciará el papel estabilizador y filtrador de este ecosistema manglar. La Bahía de Barbacoas se convertiría así en una gran trampa de sedimentos y nutrientes que reduciría los efectos negativos de las aguas que salen del Canal sobre los corales.

En la vegetalización de Barbacoas con manglar se podrá buscar hacer un diseño que permita la circulación lenta del agua por el sistema así construido. Es decir, se deberá hacer una especie de complejo de formaciones de manglar que retenga el mayor tiempo posible el agua que pase por el sistema. De esta forma se logrará un mayor tiempo de retención y en consecuencia una mayor depositación, en especial de sedimentos finos y un mejor aprovechamiento de los nutrientes disueltos en el agua.

#### **E.5.5. OTRAS RECOMENDACIONES**

Para evitar los efectos drásticos de la salinización del sector de Pasacaballos, se sugiere mantener un flujo controlado de agua dulce hacia esta zona. Este flujo podría ser el que se obtenga de un pequeño canal que a la vez permita el tráfico de pequeñas canoas y embarcaciones con motor fuera de borda.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M. 2006. El canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica. Documentos de trabajo sobre la economía regional. No. 72. Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER)- Cartagena. ISSN 1692- 3715.
- Alvarado, E., F. Duque, L. Florez y R. Ramírez 1985. El deterioro en los arrecifes que conforman el Parque Nacional Submarino “Corales del Rosario”. Univ. Jorge Tadeo Lozano – INDERENA –CIOH.
- Barón, A., T. Fernández y A. Pión 1984. Evaluación del impacto producido por el Canal del Dique como principal fuente de contaminación de la bahía de Barbacoas y las Islas del Rosario. Inf. de avance INDERENA, CIP, Cartagena. En: Universidad del Norte. 2003. Contrato 000137-02. Diagnostico ambiental y evaluación de la administración pesquera. IDEHA-E-063-020-03. Línea base ambiental y propuesta de zonificación ambiental de la cuenca del Canal del Dique, con base en la alternativa 4 de restauración ambiental. 99p.
- Cendales, M. 1999. Cartografía, composición y estado actual de los biotopos marinos arrecifales de Isla Rosario, Isla Barú y los bajos intermedios del archipiélago del Rosario. Univ. Nal. Fac. Cienc. Santafé de Bogotá D.C.
- Corchuelo, C. y E. Alvarado 1990. Factores fisicoquímicos imperantes en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario, págs. 337 – 342. En Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, CCO, Cali.
- Flórez C. y A. Etter. 2003. Caracterización ecológica de las Islas Múcura y Tintipán, Archipiélago de San Bernardo, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 27(104): 343-356. ISSN 0370-3908.
- Florez, A., Robertson, K., García, J. y Martínez, N. Sin fecha. Morfodinámica, Población y Amenazas Naturales en el Litoral Caribe Colombiano (Valle del Sinú- Mrrosquillo- Canal del Dique). República de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.
- Leblanc, F. 1985. Approche morphologique et sedimentologique du Delta de Dique. Cote Caraibe de la Colombia. These a la Université de Bordeaux.
- Lizarazo, J. y López, D. 2007. Identificación de Amenazas y Vulnerabilidades Para la Elaboración del Plan de Emergencias del PNN Corales del Rosario y San Bernardo.

Universidad Piloto de Colombia. Facultad de Ciencias. Programa de Administración y Gestión Ambiental. Bogotá D.C.

Moreno-Bejarano, L. M. y R. Álvarez-León. 2003. Fauna asociada a los manglares y otros humedales en el Delta-Estuario del río Magdalena, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27 (105): 517-534, 2003. ISSN 0370-3908.

Pujos, M. y J. Le Tareau. 1988. Hydrologie de la plate-forme continentale Caraïbe columbienne au large du delta du Dique en saison des pluies: conséquences sur la circulation. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux.* 44: 97 – 107.

Rojas, X. 2001. Representatividad de las áreas coralinas de la región central de la costa continental del Caribe colombiano (ecorregión coralina-arco) en el sistema de áreas protegidas. Univ. Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta D.H.T.C.

Sánchez-Páez, H. y G. Ulloa-Delgado. 2000. Experiencias de restauración en el Proyecto Manglares de Colombia. Seminario de Restauración y Reforestación. MMA/FAAE/FFEC-FESCOL. Santa Fe de Bogotá D.C., 27 p.

Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado y H. Tavera-Escobar. 2004. Manejo Integral de los Manglares por Comunidades Locales- Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 Rev. 1 (F). Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. Minambiente/Conif/OIMT. Bogotá D.C 38 p.

Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León, W. Gil-Torres, A. Sánchez-Alfárez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Páez-Parra. 2000. Hacia la restauración de los manglares del Caribe de Colombia. En: Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado y R. Álvarez-León (Eds.) Proyecto PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase II (Etapa II). Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia. Minambiente/Acofore/OIMT. Santa Fe de Bogotá D.C. (Colombia).

Sánchez-Páez, H., R. Álvarez-León, O. Guevara-Mancera y G. Ulloa-Delgado. 2000. Lineamientos estratégicos para conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Proyecto PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase II (Etapa II). Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia. Minambiente/Acofore/OIMT. Santa Fe de Bogotá D.C. (Colombia).

Ulloa-Delgado, G. 1999. Actividades de vivero y restauración. Informe 23 Proyecto Manglares, PD 171/91 Rev. 2 Fase 2 Etapa 1. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE y Organización internacional de maderas tropicales (OIMT).

Ulloa-Delgado, G. *et al.* 1998. Conservación y Uso sostenible de los manglares del Caribe Colombiano. Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase 2 Etapa 1. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE y Organización internacional de maderas tropicales (OIMT).

Ulloa-Delgado, G. *et al.* 1998. Manual sobre dinámica de crecimiento, regeneración natural y aspectos fenológicos de los manglares del Caribe colombiano. Proyecto PD 171/91 Rev. 2

Fase 2 Etapa 1. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE y Organización internacional de maderas tropicales (OIMT).

Ulloa-Delgado, G. *et al.* 1998. Manual sobre técnicas de vivero y restauración de áreas de manglar del caribe colombiano. Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase 2 Etapa 1. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE y Organización internacional de maderas tropicales (OIMT).

Ulloa-Delgado, G. *et al.* 2002. Santuario de Flora y Fauna “El Corchal Mono Hernández”. Propuesta para la declaratoria. Proyecto Manglares Minambiente-CONIF-OIMT; U.A.S.P.E.N; Conservación Internacional; Ceiner; Carsucre; Cardique. 64 pp.

Ulloa-Delgado, G. y W. Gil-Torres. 2001. Caracterización, Diagnóstico y Zonificación de los Manglares de Sucre. Corporación Autónoma Regional de Sucre, Carsucre.

Ulloa-Delgado, G., H. Sánchez-Páez y H. Tavera-Escobar. 2004. Restauración de Manglares, Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 Rev. 1 (F). Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. Minambiente/Conif/OIMT. Bogotá D.C 30 p.

Ulloa-Delgado, G., W. Gil-Torres, H. Sánchez-Páez y D. Osorio-Dualiby. 2001. Ajustes a la Zonificación para el Manejo de los Manglares de Bolívar. Corporación Autónoma Regional de Bolívar, Cardique.

Villalba, J. C. Sin fecha. Los manglares en el mundo y en Colombia – Estudio descriptivo básico-. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. [www.sogeocol.edu.co](http://www.sogeocol.edu.co)

Weaver, Peter L. 1997. *Pterocarpus officinalis* Jacq. Bloodwood. SO-ITF-SM-87. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p

Libro del profe