Caracterización físico-biótica del litoral Caribe **colombiano**

TOMO II

Caracterización físico-biótica del litoral Caribe Colombiano. Tomo II

CONTRALMIRANTE JAIRO JAVIER PEÑA GÓMEZ
Director General Marítimo

CONSEJO EDITORIAL

CAPITÁN DE NAVÍO JUAN MANUEL SOLTAU OSPINA
Hidrógrafo y Oceanógrafo Físico / Director CIOH 2007-2008
CAPITÁN DE NAVÍO ESTEBAN URIBE ALZATE
Oceanógrafo Físico / Director CIOH 2009
TENIENTE DE NAVÍO LEONARDO MARRIAGA ROCHA
Oceanógrafo Físico / Responsable Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras CIOH

COMPILADORES

FERNANDO JESÚS OROZCO QUINTERO
Biólogo / Investigador Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras CIOH
ANDRÉS FELIPE CARVAJAL DÍAZ
Ingeniero Civil / Investigador Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras CIOH
FERNANDO AFANADOR FRANCO
Ingeniero Catastral y Geodesta, M.Sc. Auditoría y Gestión Ambiental / Investigador Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras CIOH
MARINERO PRIMERO JHON JAIRO JURADO CORONELL
Tecnólogo en Hidrografía / Investigador Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras CIOH

COLABORADOR

JULIO CÉSAR GUTIÉRREZ BRICEÑO
Tecnólogo en Gestión de Recursos Naturales / Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras CIOH

DIRECCIÓN EDITORIAL

ANGÉLICA MARÍA CASTRILLÓN-GÁLVEZ
Máster en Edición / Editora Publicaciones DIMAR

COORDINACIÓN EDITORIAL

DIANA XIMENA ESPINOSA SERNA
Máster en Imagen, Publicidad e Identidad Corporativa / Divulgación Científica CIOH
JUAN GUILLERMO FRANCO BALANTA
Publicista / Divulgación Científica CIOH

EDITORIAL DIMAR

ARTES FINALES: JAIME ALBERTO REYES

IMPRESIÓN: Espitia Impresores

©**FOTOGRAFÍAS:** Antonio Flórez Mogollón, Andrés Felipe Carvajal Díaz, Johanna Paola Echeverry Hernández, Iván Darío Correa y archivo fotográfico del Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras del CIOH.

Citar esta obra como:

DIMAR-CIOH. 2009. Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano. Tomo II. Dirección General Marítima-Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 2. Cartagena de Indias, Colombia. 100 Pp.

Citar capítulos:

Autores. 2009. Título del capítulo. Pp. (intervalo de páginas). En: DIMAR-CIOH. 2009. Caracterización físico-biótica del Caribe colombiano. Tomo II. Dirección General Marítima-Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 2. Cartagena de Indias, Colombia. 100 Pp.

ISBN: 978-958-99076-1-0

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitida en alguna forma o medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otro, sin el debido reconocimiento de la fuente y permiso escrito de los editores.

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I - CARACTERIZACIÓN FÍSICO-BIÓTICA DEL LITORAL DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR 13

1.1	Localización general	15
1.2	Caracterización geológica	17
1.3	Caracterización geomorfológica	17
1.3.1	Unidades geomorfológicas asociadas a costas altas	17
1.3.2	Unidades geomorfológicas asociadas a costas bajas	19
1.4	Caracterización de la cobertura vegetal	24
1.4.1	Bosque xerofítico	25
1.4.2	Comunidades herbáceas o arbustivas psammo-holofíticas	26
1.4.3	Cobertura limnofita	26
1.4.4	Bosque subxerofítico	26
1.4.5	Bosque desértico micrófilo	28
1.4.6	Bosque de transición	28
1.4.7	Cobertura limnofita	30
1.4.8	Cobertura de barras y playones (psamofitia)	30
1.4.9	Manglar	31
1.4.9.1	Zona Norte	31
1.4.9.2	Ciénaga de Tesca	31
1.4.9.3	Bahía de Cartagena	31
1.4.9.4	Bahía de Barbacoas	33
1.5	Caracterización del uso del suelo	36

CAPÍTULO II - CARACTERIZACIÓN FÍSICO-BIÓTICA DEL LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO 39

2.1	Localización general	41
2.2	Caracterización geológica	41
2.3	Caracterización geomorfológica	41
2.3.1	Unidades geomorfológicas asociadas a costas bajas	41
2.3.2	Unidades geomorfológicas asociadas a costas altas	46
2.3.3	Evolución de la línea de costa	46
2.3.4	Dinámica marina	47
2.3.4.1	Zonas de acrecimiento sedimentario	47
2.3.4.2	Zonas de erosión litoral	48
2.4	Caracterización de la cobertura vegetal	49
2.4.1	Bosques de manglar	49
2.4.1.1	Sector norte del Golfo de Morrosquillo en su área continental	49
2.4.1.2	Sector central del Golfo de Morrosquillo incluida la Ciénaga La Caimanera	51
2.4.1.3	Sector sur del Golfo de Morrosquillo incluidos Bahía Cispata y antiguo delta del río Sinú	52
2.4.2	Vegetación de playa (psammofítica)	54
2.4.3	Rastrojos (matorrales)	54
2.4.4	Pastos	55
2.4.5	Agrosistemas (cultivos)	56
2.4.6	Bosque marginal de cauce	56
2.5	Caracterización del uso del suelo	56
2.5.1	Zonas de protección y conservación	56

CAPÍTULO III - CARACTERIZACIÓN FÍSICO-BIÓTICA DEL LITORAL DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	61
3.1 Localización general	63
3.2 Caracterización geológica	64
3.3 Caracterización geomorfológica	65
3.3.1 Llanura costera entre Tolú y Coveñas	65
3.3.2 Llanura costera al noroeste de San Bernardo del Viento	66
3.3.3 Planicie aluvial activa del Bajo Sinú	66
3.3.4 Sector costero acantilado	68
3.3.5 Unidades geomorfológicas del litoral del departamento de Córdoba	69
3.3.5.1 Cordones litorales	69
3.3.5.2 Lagunas costeras	70
3.4 Caracterización del uso del suelo	70
3.5 Distribución del suelo	71
CAPÍTULO IV - CARACTERIZACIÓN FÍSICO-BIÓTICA DEL LITORAL DEL GOLFO DE URABÁ	73
4.1 Localización general	75
4.2 Caracterización geológica	75
4.3 Caracterización geomorfológica	76
4.3.1 Unidades geomorfológicas asociadas a costas baja	76
4.3.2 Unidades geomorfológicas asociadas a costas altas	78
4.4 Caracterización de la cobertura vegetal	80
4.4.1 Bosques de manglar	80
4.4.2 Bosques inundables	82
4.4.3 Vegetación acuática y/o flotante	83
4.4.4 Bosque húmedo no inundable vegetación arbórea	84
4.4.5 Rastrojos	84
4.5 Caracterización del uso del suelo	84
CAPÍTULO V - NUEVAS HERRAMIENTAS CONCEPTUALES Y TECNOLÓGICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN	87
BIBLIOGRAFÍA	97

TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS, TABLAS Y MAPAS

FIGURAS

Figura 1.1	Panorámica de la Ciénaga de Tesca, Bolívar.	15
Figura 1.2	Fotografía del sector de Los Morros en el corregimiento de Manzanillo del Mar, Cartagena.	17
Figura 1.3	Terrazas marinas en Punta Canoas, al norte del departamento de Bolívar.	19
Figura 1.4	Playas de Manzanillo del Mar, Cartagena.	20
Figura 1.5	Ciénaga de Tesca, ubicada en el corregimiento de La Boquilla.	22
Figura 1.6	Dunas activas sector de Marbella, Cartagena.	22
Figura 1.7	Presencia del manglar en la Ciénaga de Tesca, Cartagena.	23
Figura 1.8	Bosque Xerofítico en la Isla de Tierrabomba.	25
Figura 1.9	Bosque subxerofítico en la Isla de Barú.	27
Figura 1.10	Vegetación xérica en el Canal del Dique.	28
Figura 1.11	Bosque de transición en la Isla de Barú.	29
Figura 1.12	Zona de manglar en la Isla de Tierrabomba.	32
Figura 1.13	Manglar de Ciénaga Honda, costado norte de la Isla de Barú.	32
Figura 1.14	Manglar de los caños Lequerica y Matunilla.	34
Figura 1.15	Manglar Punta Sur de la Isla de Barú.	35
Figura 1.16	Cultivos de maíz en la Isla de Tierrabomba.	37
Figura 2.1	Localización general de la zona costera del Golfo de Morrosquillo.	41
Figura 2.2	Franja costera asociada a la gran barra presente en Coveñas.	42
Figura 2.3	Playas en cercanía a la vereda Paloblanco, Tolú.	42
Figura 2.4	Desarrollo del manglar en la Ciénaga La Caimanera, Golfo de Morrosquillo	43
Figura 2.5	Boca del Francés, la cual dependiendo la época del año tiene o no conexión con el mar.	43
Figura 2.6	Boca Ciénaga La Caimanera, colonizada por manglar.	44
Figura 2.7	Extensa planicie aluvial perteneciente al cauce del río Sinú.	45
Figura 2.8	Extensa llanura costera sobre el corregimiento de Berrugas, formada por procesos fluvio-marinos.	45
Figura 2.9	Construcción de espolones en Coveñas.	48
Figura 2.10	Manglar expuesto a la acción directa del oleaje, zona norte del Golfo de Morrosquillo.	50
Figura 2.11	Manglar Bahía Cispata.	53
Figura 2.12	Vegetación de playa en el municipio de San Antero.	55
Figura 2.13	Área de pastos típica en el sector sur del Golfo de Morrosquillo.	56
Figura 2.14	Río Sinú, Boca Tinajones.	56
Figura 2.15	Bosque de manglar Ciénaga La Caimanera.	58
Figura 3.1	Localización de la zona costera del departamento de Córdoba.	63
Figura 3.2	Geomorfología general de la franja litoral Tinajones-Bahía Cispata. A) Panorama general del sector mostrando el complejo estuarino y de manglares al este del delta de Tinajones, el lóbulo de acreción de Tinajones y la línea de costa hacia el suroeste, conformada por cordones de playa (CP) anclados a puntas rocosas resistentes (imagen Landsat, 1999). B) Acercamiento a los sectores del delta de Tinajones-Bahía Cispata mostrando la ruptura por el mar de las ciénagas frontales (Mestizos y Honda) (imagen Landsat, 2000).	67

Figura 3.3	Zona costera San Bernardo del Viento.	67
Figura 3.4	Costa acantilada en el sector de Cristo Rey, Córdoba.	68
Figura 3.5	Presencia de cordones litorales a lo largo de Playa Venados en el departamento Córdoba.	69
Figura 3.6	Laguna costera El Porro, litoral del departamento Córdoba.	70
Figura 3.7	Algunas lagunas costeras del litoral del departamento de Córdoba presentan desarrollo de manglar, Ciénaga Grande.	70
Figura 3.8	Ejemplo de zonas inundables con alto contenido de materia orgánica y arcilla.	71
Figura 4.1	Localización general de la zona costera del Golfo de Urabá.	75
Figura 4.2	Playa de Necoclí (Tomado del Atlas del Golfo de Urabá, 2007).	76
Figura 4.3	Playa en cercanías al municipio de Turbo, donde se observa la construcción de obras de protección costera para mitigar la erosión del lugar.	77
Figura 4.4	Playa al sur de Turbo, en la cual podemos observar gran escasez de arena debido al poco transporte de sedimentos del lugar.	77
Figura 4.5	Pantano de manglar en cercanías a Turbo (Tomado del Atlas del Golfo de Urabá, 2007).	78
Figura 4.6	Imagen de radar (1999) donde se muestra la gran espiga de Turbo y al norte la espiga de Punta Yarumal formada por la desembocadura actual del río Turbo, los puntos blancos indican la posición aproximada de la línea de costa del año 1946.	79
Figura 4.7	Terraza marina entre Damaquiel y Uveros la cual presenta alturas de 15 msnm.	79
Figura 4.8	Terraza marina en el sector de Punta Arboletes, la cual presentan grandes signos de erosión.	79
Figura 4.9	Terraza marina de origen coralino en Capurganá.	80
Figura 4.10	Volcán de lodo de Arboletes (Tomado de : http://lh5.ggpht.com/_PpNzuROL1X4/R1WaqZ1C1rI/AAAAAAAAAwg/eTxGrYbo-GY/DSC00652.JPG).	81
Figura 5.1	Componentes básicos del Modelo Conceptual para Caracterización de los Litorales Colombianos.	89
Figura 5.2	Etapas para la producción de la cartografía base digital.	90
Figura 5.3	Ortofotografía de un sector litoral en el Golfo de Morrosquillo. Obsérvese la alta resolución espacial de la imagen (25 cm).	91
Figura 5.4	Datos LiDAR correspondientes al terreno (puntos en color azul corresponden a las partes más bajas y los de color rojo a las zonas más altas) en el sector del litoral del Golfo de Morrosquillo ilustrado en la figura anterior. Obsérvese la alta densidad de puntos en el terreno (aproximadamente 10 puntos/m ²).	91
Figura 5.5	Maniobra de retiro de un mareógrafo digital en las instalaciones del muelle de Puerto Colombia, para descarga y posterior análisis de los datos instrumentales de niveles de marea.	92
Figura 5.6	Factores considerados para el análisis del límite interno de playa.	92
Figura 5.7	Toma de muestra de material constitutivo en una zona litoral de la Isla de Tierrabomba, Bolívar.	92
Figura 5.8	Diagrama explicativo sobre la localización de la franja de vegetación permanente.	93
Figura 5.9	Ubicación de los perfiles (transectos) 11 y 12 en el sector litoral de la ciénaga de Los Manatíes, Atlántico.	94
Figura 5.10	Planicie de inundación (áreas en color azul) establecida para un eventual ascenso del nivel medio del mar de 30 cm, en el sector litoral en inmediaciones de Santiago de Tolú, Golfo de Morrosquillo, Sucre.	95

Figura 5.11	Localización sobre fotografías aéreas digitales de una zona de relleno (demarcado en azul) en el litoral de la Isla de Tierrabomba, Bolívar.	95
Figura 5.12	Foto del relleno en una zona de bajamar en el cual se evidencia la sobre-elevación del terreno debido a la depositación de residuos sólidos, rocas y sacos en el litoral de la Isla de Tierrabomba, Bolívar.	95
Figura 5.13	Superposición de la línea de costa del año 2000 y la ortofotografía del año 2005 que permite cuantificar un efecto de erosión de 55 m ² en la parte sur del espolón, Golfo de Morrosquillo.	96

TABLA

Tabla 1.1	Ámbitos geográficos de la zona costera entre Galerazamba y Flamenquito, Bolívar.	16
-----------	--	----

MAPAS

Mapa 1	Mapa geomorfológico del departamento de Bolívar.
Mapa 2	Mapa de cobertura vegetal del departamento de Bolívar.
Mapa 3	Mapa de uso del suelo del departamento de Bolívar.
Mapa 4	Mapa geomorfológico Golfo de Morrosquillo.
Mapa 5	Mapa de cobertura vegetal Golfo de Morrosquillo.
Mapa 6	Mapa de uso del suelo Golfo de Morrosquillo.
Mapa 7	Mapa geomorfológico del departamento de Córdoba.
Mapa 8	Mapa de uso del suelo del departamento de Córdoba.
Mapa 9	Mapa geomorfológico entre Damaquiel y Punta Gigantón.

PRÓLOGO

La Dirección General Marítima (DIMAR), a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), pone a disposición de la comunidad científica nacional e internacional la presente publicación denominada '*Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano*', en la cual se compila el fruto de años de esfuerzo y dedicación de un grupo multidisciplinario de investigadores (Oceanografía, Geología y Biología) en lo relacionado con los aspectos físico-bióticos de cada uno de los departamentos que conforman el litoral Caribe colombiano.

Así se constituye el primer esfuerzo por describir de manera conjunta y sencilla, las características de nuestro litoral, desde los aspectos oceanográficos, geológicos, geomorfológicos, de cobertura vegetal y de uso de suelo, presentando una visión integral del litoral Caribe nacional, en un texto de consulta dirigido a quienes aborden diversos temas de la investigación. Y es precisamente por lo anterior que la importancia de la presente publicación adquiere sentido, desde los niveles primarios de la investigación científica, ya que podrá ser utilizado como instrumento base para el desarrollo de los procesos investigativos de las nacientes generaciones de científicos en el desarrollo de proyectos, trabajos de grado y tesis.

Se trata de un texto cuyas páginas aportarán al lector una nueva oportunidad de descubrir detalles que se desconocen y que hacen parte de nuestro entorno Caribe de vida; de esta increíble interacción entre cada uno de los factores físicos y sus efectos sobre el litoral; de este maravilloso paraíso que nos brinda la naturaleza, lleno de fauna, flora, geoformas y características que lo hacen único y muy particular en el mundo.

Motivados por el permanente deseo de acertar, entregamos nuestro aporte a la edificación de un país mejor, un paso más hacia la construcción de capacidades, en un sendero en el que se debe entregar el conocimiento generado a las futuras generaciones. Esta publicación invita al lector a disfrutar de nuestro Caribe colombiano desde un enfoque científico.

Contralmirante Jairo Javier Peña Gómez
Director General Marítimo

INTRODUCCIÓN

Considerando que la DIMAR debe administrar parte de los litorales colombianos, con especial énfasis en algunos bienes de uso público como las playas, los terrenos de bajamar, las aguas marítimas y otras áreas específicas, se hizo imperioso conocer la situación actual, el grado de afectación de los ecosistemas marino-costeros, los usos actuales, los posibles impactos de carácter antropogénico y el comportamiento dinámico del sector costero, es decir, una caracterización principalmente físico-biótica que permitiera establecer las acciones más adecuadas para administración y control de los litorales colombianos.

La información plasmada en esta publicación hace parte del resultado de años de investigación científica, en los cuales los funcionarios del Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras del CIOH desarrollaron actividades de levantamiento de información, procesamiento de datos, control de calidad, análisis de los mismos y generación de la cartografía temática en el marco de proyectos de caracterización de cada uno de los departamentos que conforman el litoral Caribe colombiano.

Siendo conscientes del carácter valioso y útil de esta información, se realizó una compilación, en dos tomos, de los principales resultados obtenidos durante todos estos años la cual se ha denominado '*Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano*', que pretende suministrar a la comunidad científica y en general al país un insumo base para la ampliación del conocimiento sobre la costa Caribe y los factores que la modifican.

El Tomo II de la publicación se centra en los departamentos que conforman el litoral centro y sur del Caribe colombiano como son: Bolívar, Sucre, Córdoba y Antioquia, conformando así los capítulos centrales correspondientes al litoral del departamento de Bolívar, el Golfo de Morrosquillo, litoral del departamento de Córdoba y el Golfo de Urabá, con su respectivo anexo cartográfico en el cual se aprecia una muestra de los resultados obtenidos para cada temática en las áreas de estudio relacionadas.

Al interior de cada capítulo se encuentran descripciones ajustadas a las temáticas de Geología, Geomorfología, cobertura vegetal y uso de suelos, de manera clara, secuencialmente lógica y con un nivel de detalle óptimo. De esta forma se garantiza su utilización como herramienta de consulta permanente, tanto para científicos experimentados como para nuevos investigadores en el tema.

En el anexo cartográfico se presentan algunos de los mapas temáticos generados en el marco de los proyectos desarrollados para cada uno de los departamentos costeros del Caribe en escala 1:250000. Sin embargo, vale la pena acotar que se utilizó esta escala para efectos de ésta publicación, ya que en la base de datos cartográfica del Área de Manejo Integrado de Zonas Costeras del CIOH se encuentran disponibles para su consulta los mapas geomorfológicos, de cobertura vegetal y de uso de suelos en una escala de detalle 1:25000, exceptuando el mapa geomorfológico de Antioquia, que hace parte de la información obtenida en colaboración con la Universidad EAFIT.

Capitán de Navío Juan Manuel Soltau Ospina
Director CIOH 2007-2008

Capítulo I

Caracterización físico-biótica del litoral del departamento de Bolívar

Panorámica playas de Manzanillo del Mar, Cartagena.

Citar este capítulo como:

Carvajal, A. y J. Jurado 2009. Caracterización físico-biótica del litoral del departamento de Bolívar. Pp. 13-38. En: DIMAR-CIOH. 2009. Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano. Tomo II. Dirección General Marítima-Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 2. Cartagena de Indias, Colombia. 100 Pp.

La presente caracterización se basó en el informe final del Proyecto ‘Caracterización de la Zona Costera del Departamento de Bolívar’, efectuada por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) y la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique), en los años 1996-1997.

1.1 Localización general

El litoral del departamento de Bolívar se encuentra delimitado entre los sectores de salinas de Galerazamba, en el municipio de Santa Catalina, y Boca Flamenquito, en el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias¹.

El área de estudio se ha dividido en zonas, con el fin de realizar un mejor análisis, es así como teniendo en cuenta los puntos geográficos sobresalientes, ecosistemas asociados, correspondencia a unidades administrativas y al desarrollo de actividades humanas surgió la siguiente clasificación: Zona Norte, Ciénaga de Tesca, Bahía de Cartagena, Bahía de Barbacoas e Islas del Rosario (Tabla 1.1).

Zona Norte

La Zona Norte se extiende desde el límite entre los departamentos de Bolívar y Atlántico hasta Manzanillo del Mar. Incluye la zona costera del municipio de Santa Catalina y los corregimientos de Arroyo Grande, Arroyo de Piedra y Punta Canoas del distrito de Cartagena.

Ciénaga de Tesca

La zona de la Ciénaga de Tesca o Ciénaga de La Virgen (Figura 1.1) tiene una extensión que abarca desde Manzanillo del

Mar, en el corregimiento de La Boquilla, hasta la zona suroriental de dicha ciénaga.

Cuenta con un ecosistema principal conocido como la laguna interior de Tesca, la cual se extiende paralelamente al mar desde La Boquilla (al norte) hasta la zona suroriental por todo el perímetro urbano de Cartagena; se encuentra separada del mar por un cordón litoral y está habitado por invasiones permanentes que han originado asentamientos típicos de un cinturón de pobreza.

Figura 1.1 Panorámica de la Ciénaga de Tesca, de Bolívar.

Bahía de Cartagena

Este sector se extiende desde la pista del aeropuerto Rafael Núñez, en el barrio Crespo, hasta la ciénaga de Los Vásquez en la isla de Barú, incluye la Isla de Tierrabomba

Esta zona cuenta con el sistema más importante del área de estudio, que es la Bahía de Cartagena, en la cual se desarrollan actividades productivas relacionadas con el puerto, la zona franca portuaria, la zona franca industrial y el turismo.

¹La zona costera del departamento de Bolívar incluye los corregimientos de Galerazamba, Arroyo Grande, Punta Canoas, Arroyo de Piedra, Pontezuela, Bayunca, La Boquilla, Tierrabomba, Caño del Oro, Bocachica, Pasacaballos, Ararca, Santa Ana, Barú, Recreo, Leticia y las Islas del Rosario.

Tabla 1.1 Ámbitos geográficos de la zona costera entre Galerazamba y Flamenquito, Bolívar.

Ámbito geográfico	Puntos geográficos sobresalientes	Ecosistemas asociados	Unidad administrativa	Actividades humanas
ZONA NORTE	Ensenada de Galerazamba.	Acuíferos.	Zona costera del municipio de Santa Catalina.	Turística.
	Ciénaga La Redonda.	Bosques.	Zona costera de los corregimientos de:	Institucional.
	Ciénaga del Totumo.	Arbustales.	Arroyo Grande,	Vivienda.
	Ciénaga La Venta.	Playa.	Arroyo de Piedra y	Agricultura.
	Isla Cascajo.	Mar.	Punta Canoas.	Ganadería.
	Playa de las Canoas.	Ciénagas.		Canteras.
	Punta Canoas.			Pesca.
	Los Morros.			
CIÉNAGA DE TESCA	Ciénaga de Tesca.	Manglar.	Manzanillo del Mar.	Vivienda.
	Punta Zapatero.	Ciénagas.	La Boquilla.	Turística.
	Ciénaga Juan Polo.	Humedales.	Zona Suroriental.	Agricultura.
	Arroyos Mesa.		Puerto Rey y	Ganadería.
	Palenquillo.		Tierrabaja.	Silvicultura.
	Hormiga.			Turismo.
	Tenera.			
	Cerro de La Popa.			
	Marión.			
	Albornoz.			
BAHÍA DE CARTAGENA	Playa Ballesteros.	Bosques.	Cabecera Distrital.	Industrial.
	Complejo de caños y lagos.	Canteras.	Zona Industrial de	Urbana.
	Bahía de Cartagena.	Bahía.	Mamonal.	Comercial.
	Isla de Tierrabomba.	Ciénagas.	Tierrabomba.	Portuaria.
	Complejo insular.	Ensenadas.	Caño de Loro.	Acuicultura.
	Ciénaga Honda.	Manglar.	Punta Arena.	Transporte.
	Ciénaga Coquito.	Playas.	Bocachica.	Agricultura.
	Ciénaga Los Vázquez.	Caños.	Ararca.	Recreación.
	Ciénaga Portonaito.		Pasacaballos.	
	Punta Gigante.			
	Playa Blanca.			
BAHÍA DE BARBACOAS	Bahía Barbacoas.	Bahía.	Recreo.	Agricultura.
	Caños Lequerica y Matunilla.	Manglar.	Leticia.	Ganadería.
	Ciénagas: Arroyo de Plata, Arroyo Hondo, Mohán y Palotal.	Bosque.	Santa Ana.	Acuicultura.
	Punta Mamón.	Ciénagas.	Barú.	Transporte.
	Boca Flamenquito.	Canales.	Arjona.	
	Isla del Covao.			
	Punta Barbacoas.			
	Canal del Dique.			
ISLAS DEL ROSARIO	Isla Rosario.	Arrecifes	Islas del Rosario.	Turismo.
	Isla Arena.	Coralinos.		Transporte.
	Isla Grande.	Manglar.		Recreación.
	Isla del Pirata.	Praderas de		Conservación.
	Isla Caribará, entre otras.	pastos marinos.		
		Bosques.		
		Ciénagas.		

Bahía de Barbacoas

Esta zona se encuentra ubicada entre la ciénaga de Los Vásquez, en la Isla de Barú, hasta Boca Flamenquito, límite entre los departamentos de Bolívar y Sucre.

El ecosistema más importante de esta clasificación es la bahía de Barbacoas, la cual se encuentra delimitada por tierras que constituyen áreas de reserva agrícola, de industria acuícola (laboratorios y estanques), zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Corales del Rosario; y al mismo tiempo zona potencial para el desarrollo de actividades turísticas y recreativas.

La isla de Barú hace parte de éste ámbito y separa las bahías de Cartagena y de Barbacoas. La reglamentación con respecto al uso del suelo promueve el cambio de un perfil rural hacia una población turística flotante de estratos alto y medio-alto, con el desplazamiento de la población rural hacia lugares de asentamientos nucleados.

Islas del Rosario

Según la Ley 106 de 1873 y la Ley 110 de 1912, las Islas del Rosario constituyen una reserva territorial del Estado. En estas islas se encuentra el único parque submarino del país, enmarcado dentro del espacio conocido como de aguas interiores del Estado, ubicadas dentro de las líneas de base recta. A pesar de que estas islas gozan de atributos que le imponen indisponibilidad e imprescriptibilidad de los bienes de uso público, se encuentran ocupadas por terceros que acreditan propiedad sobre las mismas.

1.2 Caracterización geológica

La zona estudiada se extiende desde la flecha de Galerazamba hasta Los Morros. La formación del litoral está influenciada por la interacción de factores activos como el oleaje y las corrientes marinas; y factores pasivos como la topografía submarina, la naturaleza de las formaciones rocosas que afloran en la zona

costera y el desnivel de la plataforma continental. Todas estas particularidades hacen que la franja litoral sea una de las áreas más dinámicas de la superficie terrestre en materia de erosión y sedimentación.

1.3 Caracterización geomorfológica

1.3.1 Unidades geomorfológicas asociadas a costas altas

Lomas y colinas

Las lomas y colinas son expresiones topográficas que ocupan la mayor parte de esta área, con alturas variables entre los 10 y 150 m. Las lomas corresponden a pequeñas ondulaciones que no sobrepasan los 100 m, mientras que las colinas constituyen el relieve con alturas no superiores a los 150 m. En esta publicación se mencionarán como cerros.

En litoral del departamento de Bolívar este tipo de unidades se encuentran aisladas de forma dómica cerca de Galerazamba, Lomarena y Pueblo Nuevo. Se presentan además como un extenso cuerpo, de dirección noreste, entre Palmarito y Punta Canoas, donde se destacan el Morro de La Venta y el Cerro Púa, y como cuerpos aislados en el sector de Los Morros (Figura 1.2). Un amplio cuerpo de colinas se extiende, en dirección noroeste-sureste, en el área de Cartagena y hacia el este del Canal del Dique, donde sobresalen los cerros de La Popa y Alborno.

Figura 1.2 Fotografía del sector de Los Morros en el corregimiento de Manzanillo del Mar, Cartagena.

En Tierrabomba las lomas no superan los 80 m y se ubican hacia la parte oeste. A lo largo del sector de Barú afloran principalmente tres cuerpos aislados de dirección noreste-suroeste que constituyen las lomas de Mohán, Estancia Vieja y Los Monos; geológicamente están asociadas a las rocas de la formación de La Popa, constituidas por calizas en el techo y unidad detrítica hacia la base.

Las lomas y colinas geomorfológicamente se encuentran afectadas por procesos erosivos de origen continental y marino. Los primeros como resultado de procesos de meteorización pluvial y antrópica, dando lugar a la formación de cárcavas, surcos, caída de roca y coluvión, entre otros. Los segundos son el resultado de la acción del oleaje sobre los acantilados que producen deslizamientos, notches y caída de rocas.

Plataformas de abrasión elevadas

Las plataformas de abrasión elevadas son superficies planas que fueron labradas en el pasado por el mar sobre el sustrato rocoso y actualmente se encuentran por encima de su nivel. En el litoral bolivarense hacen presencia dos tipos de plataformas que han sido labradas sobre rocas de la formación de La Popa: una labrada sobre calizas arrecifales y la otra sobre la unidad detrítica. Las primeras calizas se encuentran caracterizadas entre alturas de 7 y 100 m, ubicadas en dirección norte-sur, entre Galerazamba y la Punta Juan Moreno Sur, Cuchilla de Canalete, barrios Lemaitre y Alto Bosque en Cartagena; oeste de Tierrabomba, sur de Punta Varadero y ciénaga de Los Vázquez, loma Estancia Vieja, noroeste de la Ciénaga del Mohán.

Las plataformas labradas sobre la unidad detrítica definen el perfil costero al oeste de Punta Canoas; en la parte central de Isla Barú se encuentran hacia el costado de Bahía de Barbacoas, en contacto con la plataforma de abrasión elevada de Estancia Vieja; al este del Canal de Dique afloran como un cuerpo alargado que se extiende en

dirección norte-sur entre las bahías de Cartagena y Barbacoas. Estas unidades llegan al mar en forma de acantilados de fuertes pendientes y desprovistos de vegetación, mostrando como signos erosivos cavernas, notches (antiguos niveles del mar) y caídas de bloques.

Terrazas marinas

Estas terrazas son formadas por desgaste de las rocas, producto de la acción del oleaje; corresponden a superficies planas escarpadas y levemente inclinadas hacia el mar, formadas por deposición marina, constituidas principalmente por fragmentos coralinos (*Porites porites*) y bloques coralinos de aproximadamente 50 cm de diámetro, embebidos en una matriz arenosa (Figura 1.3).

En Cartagena conforman estas terrazas la Isla de Manzanillo, con alturas variables entre 0.50 hasta de 1 m; en el extremo noroeste de Tierrabomba la población se encuentra asentada sobre dos niveles: el más alto alcanza alturas de 20 y 25 m, y el más bajo alturas entre 1 y 4 m. En Bocachica se presentan dos cuerpos de terrazas muy erosionadas, donde se aprecia claramente la presencia de árboles y bloques caídos por el costado oeste de la isla en dirección al sur.

En Barú, las terrazas marinas se ubican a todo lo largo del sector oeste de la isla como cuerpos aislados, presentándose las de mayor altura al este de la ciénaga de Los Vázquez y en Punta Gigante, con escarpes de 4 y 5 m, respectivamente; y las de menor altura, de 0.3 a 0.5 m al sur, en cercanías a Punta Barú. Las más altas están compuestas por una mezcla de restos coralinos (cabezas de coral) hasta de 0.4 m de diámetro y material detrítico (*Porites porites*), cementados en una matriz arenosa, mientras que las más bajas están constituidas solamente por material detrítico.

Punta Gigante es uno de los casos en el que se presentan escarpes verticales, donde los efectos de la erosión marina han provocado el desarrollo de cavernas, árboles derribados

con raíces expuestas, caída de bloques hasta de 2 m de diámetro, pináculos de 5 m de altura, separados de la línea de costa actual por una distancia de aproximadamente 6 m.

1.3.2 Unidades geomorfológicas asociadas a costas bajas

Estas unidades de topografía plana están ligadas a procesos costeros, entre las cuales se destacan: playas, espigas, tómbolos, barras, playones antiguos, llanura costera, ciénagas, llanuras de inundación, dunas, planos aluviales, salares y zonas de manglar.

Playas

Las playas corresponden a una acumulación de material arenoso no consolidado, depositado en la franja litoral y definen el perfil costero del área en un 90 %. En general, las playas presentan una pendiente entre 2 y 10°, en su parte trasera es común que se presente el

fenómeno de sobrelavado, caracterizado por vegetación, troncos, chamizos y material grueso depositado por el mar en época de tormenta.

Están constituidas por sedimentos de origen continental, de grano fino a grueso, de color gris, desde la flecha de Galerazamba hasta Bocagrande (Figura 1.4), mientras que a partir de Tierrabomba y a todo lo largo de Barú se convierten en arenas calcáreas de color crema, conservando la misma variedad de tamaños. Las más desarrolladas y extensas se encuentran asociadas a las grandes espigas, barras, playones y tómbolos.

En las playas de este litoral en época seca (diciembre-abril) se producen fenómenos erosivos debido a la presencia de los vientos Alisios del Noreste, que soplan con gran intensidad y a la ocurrencia del mar de leva frecuente en esta época; mientras que en época húmeda (mayo-noviembre) ocurren fenómenos de sedimentación o acrecimiento,

Figura 1.3 Terrazas marinas en Punta Canoas, al norte del departamento de Bolívar.

que favorece la reconstrucción de esta unidad. Las playas más afectadas por la erosión marina son las del sector de Crespo, que actualmente ha puesto en peligro algunas de las edificaciones, tal es el caso del Club de Profesionales.

Las de mayor amplitud se encuentran en el sector de Marbella, Bocagrande y El Laguito, donde alcanzan de 50 a 100 m. Actualmente, las playas desde Marbella a Bocagrande son controladas por espolones; en las mismas se pueden observar dunas en su playa trasera de hasta de 0.8 m y están constituidas por sedimentos de color gris de grano fino a medio.

Figura 1.4 Playas de Manzanillo del Mar, Cartagena.

Espigas/Flechas

Son cuerpos arenosos en forma de gancho elongado, que tienen dirección hacia la deriva litoral predominante, están unidos a tierra firme por uno de sus extremos. Su

formación es el resultado del transporte de arena a través del tiempo. En este litoral las espigas toman una orientación norte-sur y noroeste-sureste.

Morfológicamente las flechas definen una costa baja, desarrollada a partir de zonas protegidas, las cuales adoptan en su parte distal la forma de gancho que se curva hacia el continente, como resultado de los fenómenos de refracción y difracción del oleaje. Otra particularidad de estas geoformas es la presencia de crestas de playa paralelas a la línea de costa, que indica procesos de acrecimiento costero, con alturas promedio de 25 cm. En su paulatino avance las espigas individualizan ciénagas paralelas también a la línea de costa.

De norte a sur, se destacan las espigas de Galerazamba, Juan Manuel (Porvenir), Punta de Piedra, Punta Canoas, La Boquillita, Bocagrande, Castillogrande y Punta Arena, constituyéndose en el acrecimiento sedimentario más importante del área.

Playones antiguos

Son cuerpos de forma lobular de gran extensión y topografía plana, asociados a playas antiguas que a través del tiempo han venido sufriendo un proceso de consolidación, de tal forma que presentan una textura más cohesiva, dando la apariencia de material consolidado, característica que los diferencia de las playas actuales. En el área se observan a lo largo de la barra que separa la Ciénaga de Tesca, específicamente a la altura del Hotel Las Américas y del aeropuerto Rafael Núñez.

Sedimentológicamente se encuentran conformados por arenas finas de color pardo, mezcladas con abundantes fragmentos de conchas de bivalvos. En Cartagena se presentan en el sector oriental como una franja continua desde el barrio Crespo hasta la zona norte de Mamonal. En Tierrabomba se localizan en el sector este y oeste de la isla, donde está asentado el poblado de Caño del Oro.

Barras

Son acumulaciones de sedimentos arenosos, contruidos por la acción combinada de las olas y de las corrientes litorales en aguas de poca profundidad. Se caracterizan por limitar cuerpos de aguas interiores y el mar abierto. Hacia el norte se localiza la barra de Galerazamba que presenta una dirección preferencial este-oeste, encerrando las salinas de su mismo nombre. La barra de La Boquilla, que separa la Ciénaga de Tesca del mar, se extiende en sentido noroeste cambiando de dirección al suroeste a partir del canal de acceso a la ciénaga.

Tómbolos

Se definen como playones de forma triangular que unen una isla con el continente, su formación está asociada a fenómenos de refracción y difracción sobre un pináculo. En el litoral del departamento de Bolívar se encuentra el tómbolo de Isla Cascajo, que constituye un plano de acrecimiento sedimentario desarrollado desde el morro de La Venta hasta Punta de Piedra, donde se han desarrollado procesos de origen fluvio-marino reflejados en la formación de llanuras costeras hacia el continente, sobre las cuales suprayacen cordones de dunas antiguas que limitan hacia el mar por un campo de dunas activas, donde son comunes las crestas de playa como evidencias de antiguas líneas de costa. En el sector de Los Morros el tómbolo está definido por el playón que une a Punta Icacó con El Morrito.

Llanuras costeras

Las llanuras costeras corresponden a planicies con leves ondulaciones cuya génesis está asociada a procesos fluvio-marinos de erosión y sedimentación. Los agentes modeladores típicos del continente intervienen originando depósitos coluviales y aluviales, los cuales al depositarse sobre antiguos ambientes marinos se fosilizan y consolidan paulatinamente. La interacción de estos dos tipos de am-

bientes (marino y continental) caracteriza las llanuras costeras.

Se localizan entre Palmarito y Punta de Piedra, Punta Canoas y Manzanillo del Mar, donde llegan al mar en forma aterrazada, conformadas por material arenoso y abundantes conchas; al este de la Ciénaga de Tesca, sector central de Cartagena y sur de Mamonal, en el centro y sur, se encuentran como dos cuerpos aislados que se extienden entre 1.5 y 2.6 km en dirección este-oeste.

Ciénagas

Corresponden a depresiones de poca profundidad, ocupadas parcial o totalmente por cuerpos de agua, separadas del mar generalmente por una barra y/o espigas y presentan una comunicación directa o efímera con el mar.

Entre las ciénagas más importantes en el litoral del departamento se encuentra la Ciénaga de Tesca (Figura 1.5), que en dirección norte sur se encuentra separada del mar por la barra de La Boquilla, con una profundidad promedio de 1.5 m. Otra ciénaga, no menos importante, es La Redonda, localizada en la flecha de Galerazamba, conectada con la Ciénaga del Totumo a través del caño Amanaguapos y comunicada al mar por medio de un canal artificial.

Al sur de Punta Piedra se observa una laguna interior, encerrada por la espiga de su mismo nombre, alimentada por los arroyos Carabajal y Manzanillo. Al norte de Tierrabomba se presentan lagunas interiores de diferentes formas y tamaños, rodeadas por manglar en la parte posterior de la espiga de Punta Arenas. A lo largo de Barú se encuentran las ciénagas Honda, Coquito, Los Vásquez, Portonaito, Cholón, Pelao, Barú y Mohán.

En el Canal del Dique y al sur de la Bahía de Barbacoas las ciénagas se encuentran como cuerpos aislados de forma irregular, con longitudes variables entre 750 y 2500 m, bordeados por manglar.

Figura 1.5 Ciénaga de Tesca, ubicada en el corregimiento de La Boquilla.

Dunas

Este factor hace alusión a las acumulaciones de arena transportada por el viento, de formas alargadas dispuestas a lo largo de la línea de costa. Se depositan en dirección al viento predominante, con alturas variables entre pocos centímetros hasta 3 m. En la zona se presentan dos tipos: dunas antiguas y actuales (activas), constituidas por sedimentos arenosos de grano muy fino a fino y de color gris (Figura 1.6). Las dunas antiguas son las más desarrolladas, alcanzan las mayores alturas y están estabilizadas por vegetación.

Se localizan al norte del área, en Punta de la Garita y sobre las lomas, en la parte central suprayaciendo la llanura costera, en contacto con los campos de dunas activas.

Las dunas activas se aprecian a lo largo de las espigas, el tómbolo de Isla Cascajo y las playas que se extienden en forma paralela a la línea de costa, donde los fuertes vientos conti-

nuamente movilizan arena, moldeando su topografía. Algunas de estas dunas se encuentran incipientes y semi-vegetadas, ocupando las espigas de Galerazamba, Punta de Piedra y Punta Canoas. Hacia el continente están en contacto con la llanura costera.

Figura 1.6 Dunas activas sector de Marbella, Cartagena.

Planicie aluvial

Superficies planas o ligeramente inclinadas a favor de la corriente, se forman a partir de la deposición fluvial y están asociadas a cauces y desembocaduras de las corrientes de agua. Se constituyen por sedimentos limo-arcillosos, arenosos y ocasionalmente gravas. Las planicies aluviales en este litoral se localizan al sur de Punta Canoas, sureste de la Ciénaga de Tesca y en el Canal del Dique; ocupando en este último la mayor extensión y presentándose en forma aterrazada, con alturas entre 1 y 1.5 m. A través de los caños Lequerica y Matunilla constituyen superficies planas y pantanosas cubiertas por manglar, comportándose como zonas inundables.

Salares

Estas planicies o depresiones someras, susceptibles a inundación marina o fluvial, se caracterizan por presentar sustrato principalmente lodoso. En el litoral de Bolívar se encuentran los salares de Galerazamba, los cuales son explotados en la actualidad. Están separados del mar por una barra donde se desarrollan campos de dunas activas.

Zonas de manglar

Las zonas de manglar son superficies cenagosas, lodo-arenosas, con abundante materia orgánica, aptas para el desarrollo del manglar. Al norte del litoral estas geoformas se encuentran restringidas a los alrededores de Palmarito y proximidades de la ciénaga de La Venta. Más al sur se encuentran bordeando la Ciénaga de Tesca (Figura 1.7) o como parches cubriendo bajos arrecifales que le sirven de barrera. A lo largo del costado este de la Bahía de Cartagena afloran a manera de parches. En algunos sitios están asociadas a las zonas de inundación, mientras que en otros aparecen colonizando antiguas terrazas coralinas.

En Tierrabomba las zonas de manglar más extensas se localizan al oeste de la isla,

donde aparecen encerrando una serie de ciénagas internas de diferentes tamaños y a manera de franjas angostas en forma continua desde la loma La Vigía hasta Bocachica, y como cuerpos aislados al sur y este de la isla. En Barú aparecen bordeando las ciénagas e islotes, colonizando los cordones litorales de la Ciénaga Honda; como franjas discontinuas demarcando la línea de costa y bordeando las ciénagas Coquito, Mohán, Barú y Pelao.

Las zonas de manglar que ocupan mayor extensión están ubicadas al este y sur de la Bahía de Barbacoas, donde colonizan gran parte los depósitos aluviales del Canal del Dique y son utilizados para la construcción de camaroneras. A lo largo de la barra litoral, principalmente en el área de Cielo Mar, actualmente la zona cenagosa de manglar es la que presenta mayor intervención antrópica, como resultado de la tala, relleno con arena de la misma playa o con escombros, y de la construcción de viviendas, modificando sustancialmente el paisaje natural.

Figura 1.7 Presencia del manglar en la Ciénaga de Tesca, Cartagena.

Llanuras o zonas de inundación

Son aquellas superficies planas que presentan una pequeña inclinación hacia los cuerpos de agua de mar o de lagunas costeras. Constituyen áreas muy susceptibles a inundaciones, tanto marinas como fluviales, y están conformadas por material lodoso. En el área las zonas más propensas a estos fenómenos se localizan al este y sur de la Ciénaga de Tesca, las cuales permanecen parcialmente inundadas la mayor parte del tiempo. Esto se debe a los cambios periódicos de la marea y al aporte de los arroyos y ríos que vierten allí sus aguas e incrementan el caudal en épocas de lluvia.

Ocupan el costado oriental de la Bahía de Cartagena, en el sector industrial de Mamonal y noreste de la bahía interna. Actualmente, estas geoformas han sido modificadas por rellenos para las instalaciones portuarias e industriales.

1.4 Caracterización de la cobertura vegetal

Ciénaga de Tesca

La terraza baja entra en relación directa con la ciénaga y permite el establecimiento de vegetación halohidrófila (manglar), propia de los lugares cenagosos, con variaciones de salinidad, como consecuencia de la contribución de agua dulce de la cuenca aportante.

Los sectores costeros adyacentes a la ciénaga, que hacen contacto con el mar, presentan una relativa dominancia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con una interrupción muy marcada de la sucesión normal de este tipo de ecosistema, lo cual determina grados importantes de alteración y deterioro de los rodales, por encontrarse intervenido y alterado por factores antropogénicos, crecimiento urbanístico y contaminación en el sector proveniente de diferentes fuentes (40 % de las aguas servidas y pesticidas, entre otros).

La zona se encuentra actualmente en un alto grado de intervención antrópica como consecuencia de la presión ejercida por la aper-

tura de potreros, el desarrollo urbanístico, las talas indiscriminadas y los sistemas de siembras inadecuados.

Dentro del dosel alto con tres estratos bien delimitados se encuentran, en el superior con elementos de 5 m de altura, las especies aroma (*Mimosa pudica*) y uvito (*Cordia dentata*), acompañadas en menor proporción por cactus guamacho (*Pereskia colombiana*), escobilla (*Sida savannarum*), cactus tuna (*Opuntia wentiana*) y trupillo (*Prosopis juliflora*), dominando el matorral denso.

Las leguminosas como el trupillo se presentan como bosque, con un estrato superior con elementos de 12 m de altura y especies asociadas como: cactus tuna, buchón (*Amarantus crassipens*), clemón macho (*Bastardia viscosa*), olivo (*Capparis octandra*), bejuco chirreador (*Cissus cicyoides*) y guamacho. También se registran especies acompañantes como: totumo (*Crescentia cujete*), uva playera (*Coccoloba uvifera*) y la asociación del trupillo y el uvito.

En síntesis, el complejo Ciénaga de Tesca, desde el punto de vista de cobertura vegetal, es un mosaico de formaciones de bosques claros deciduos o xeromorfos alterados por el hombre. Estos bosques con frecuencia son talados e intensamente cultivados con arroz, maíz, melón, coco, batata, algodón, pastos mantenidos y cultivados para bovinos con la paja (*Hyparrhenia rufa*), paja de guinea (*Panicum maximun*) y paja páez (*Panicum purpurascens*).

Bahía de Cartagena

En el área se registran los siguientes tipos de cobertura vegetal: estructura xeromorfa edáfica-climática (xerofitia), comunidades herbáceas y arbustivas psammo-holofíticas (psamofitia), vegetación de zonas inundadas (limnofitia) y manglar (halohelofitia). Paralelamente, en el área urbana se definieron coberturas asociadas.

1.4.1 Bosque xerofítico

La vegetación del área de estudio demuestra gradaciones más o menos bruscas hacia la subxerofitia (clímax climática), consistente en enclaves de bosque espinoso (sector occidental de Mamonal y el flanco oriental de la Isla de Tierrabomba y sector de Barú, detrás de la línea de manglar).

En la Isla de Tierrabomba y Barú (sobre las laderas de colinas y sectores de mayor altura) y en la porción ondulada del sector de Mamonal, los antiguos bosques de tipo xerofítico han sido paulatinamente modificados en sistemas transitorios como áreas de cultivos, pastos y zonas de rastrojo bajo, estas últimas generadas después de talas y quemaduras sucesivas, utilizadas inicialmente para el establecimiento de cultivos y luego abandonadas tras una o dos cosechas, dado su avanzado estado de aridez y/o utilizadas como zonas de pastoreo (Figura 1.8).

Es preciso anotar que el establecimiento de cultivos en zonas donde los déficits hídricos son altos durante gran parte del año, deben contemplar un plan de manejo adecuado del suelo que asegure el sostenimiento de las condiciones para plantaciones posteriores y/o permita la recuperación del bosque natural con todos sus elementos.

Figura 1.8 Bosque xerofítico en la Isla de Tierrabomba.

Las diferentes actividades que se desarrollan en el área y las características biofísicas del lugar, una vez establecido el cultivo, inclinan el sistema hacia la pérdida parcial del suelo; el abandono sucesivo de áreas de cultivo genera parches aislados de rastrojo bajo y medio que en ningún momento aseguran el establecimiento de bosques, que permita el sostenimiento de la biodiversidad del lugar. El número de especies presentes en una isla se incrementa gradualmente con el tiempo hasta alcanzar un nivel de equilibrio entre extinción local y colonización. Este equilibrio es inversamente proporcional al tamaño de la isla (MacArthur y Wilson, 1967).

La destrucción del hábitat disminuye las relaciones intra e interespecíficas considerablemente, de manera tal que el sistema se reduce a unas pocas especies de flora y fauna asociadas y dentro de limitantes continuas. Las áreas insulares son centros de endemismo valiosos, dada su condición aislada, las cuales deben ser manejadas adecuadamente con el fin de asegurar los procesos de sucesión. La situación descrita anteriormente interrumpe los procesos naturales de sucesión vegetal en el área y es causa directa de la fragmentación de hábitat en la zona.

Por último, es importante anotar que la estratificación horizontal y vertical de la vegetación se da en función del origen geológico, ubicación y características químicas, físicas y biológicas del agua y del substrato; no obstante, cuando esta zonación es perturbada o destruida es difícil restablecerla debido a que ella es el resultado de un largo proceso de sucesión natural (Velásquez, 1994).

Algunos remanentes de bosque seco arboreo-arbustivos están representados por las especies palo de humo, totumo, guamacho, uvito. Dicha asociación se repite al interior de las islas de Tierrabomba, Barú y parches aislados de Mamonal, acompañada por especies como indio encuero (*Bursera simaruba*), floro (*Tecoma stans*), trébol (*Pithecellobium sp.*), trupillo y totumo en menores proporciones.

En el estrato arboreo son frecuentes las especies de las familias Euphorbiaceae, Clusiaceae y Palmaceae. El estrato herbáceo está representado principalmente por las especies abro (*Abrus precatorius*), pringamosa (*Cnidoscolus urens*) y noni (*Morinda panamensis*). En los microvalles y cañadas pueden desarrollarse bosques caducifolios de pequeño porte, aunque la mayor parte de estas laderas se encuentran con algunos pastos.

La vegetación del complejo y de manera general corresponde a árboles pequeños-medianos y arbustos achaparrados, de hojas persistentes, coriáceas y rígidas con gruesa cutícula o que las pierden en verano (tropical), plantas espinosas, adquiriendo gran desarrollo, rosuletos de hojas rígidas y punzantes, y pequeños sufrutices y gramíneas que se secan en verano (Cuatrecasas, 1958).

1.4.2 Comunidades herbáceas o arbustivas psammo-holofíticas

Representan la vegetación sobre áreas de playa. Las especies están representadas por gramíneas, suelen tener tallos rastreros y estolones que se extienden y enraizan fácilmente, contribuyendo a fijar el terreno. Los primeros arbustos que se encuentran al fijarse la playa son: hibisco marítimo (*Hibiscus tiliaceus*), clemón, icaco (*Chrysobalanus icaco*), manzanillo (*Hippomane mancinella*) y uvita playa, entre otras; localmente pueden aparecer dos especies de mangle: negro (*Avicennia germinans*) y zaragoza (*Conocarpus erecta*), a pesar de faltar las condiciones encharcadas.

1.4.3. Cobertura limnofita

El manglar que se desarrolla sobre el área inundable del sector de Mamonal y la boca del Canal del Dique progresivamente cambia de bosque de manglar a vegetación de pantano de agua dulce, con predominancia de especies tales como: tarulla (*Eichhornia crassipes*), boro dormilón (*Neptunia prostrata*), enéa (*Typha domingensis*), extendiéndose hasta el área colinada.

El área constituye planos de sedimentación de lodos y sedimentos finos sometidos a inundación periódica, donde se presentan coberturas de bosque de pantano (inundables o manglares), arbustales densos (aclareo), pastizales y en algunos sectores del complejo gran expansión de salitrales.

Bahía de Barbacoas

La cobertura vegetal del área tipifica cinco importantes ecosistemas: bosque subxerofítico, bosque desértico micrófilo, bosque de transición, bosque inundable (limnofitia frática inundable; asociación mixta: manglar-especies caducifolias) y vegetación psammofítica (cobertura de barras y playones). Cada uno de las cuales está compuesto de formaciones y tipos de vegetación característicos que varían de acuerdo a factores locales, especialmente naturaleza del suelo, profundidad, exposición y humedad.

En el sector suroriental de la Isla de Barú, limitando con la Bahía de Barbacoas y el Canal del Dique, se desarrolla un mosaico de bosque seco, zonas inundables y vegetación limnofítica. Ésta asociación promueve intercambios de materia y energía, en términos de aporte de nutrientes, alimento, materia orgánica detrítica y poblaciones de organismos. El resultado es un incremento global en la productividad ecológica y la heterogeneidad de hábitats, que favorecen la biodiversidad.

1.4.4 Bosque subxerofítico

Isla de Barú

Esta unidad abarca desde bosques con porte de dosel arbustivo hasta matorrales. Predominan las especies con adaptaciones para ambientes de prolongado déficit hídrico, como la pérdida de follaje (caducifolia) y transformaciones de hojas en espinas.

El bosque seco (subxerofítico) es generalmente abierto con abundantes plantas subfruticasas y una gran proporción de arbustos espinosos. Se localiza en altas densidades en las partes altas de las colinas,

donde el suelo está expuesto a mayor sequía (lomos de colinas arcillosas) (Figura 1.9). Las especies más comunes son: trupillo, dividivi (*Caesalpinia coraria*), aramo (*Poponax tor-tuosa*), coca (*Erytroxylon rigidulum*), bija (*Bursera glabra*), platanito (*Cassia bicap-sularis*), uña de gato (*Pithecellobium sp.*), guamacho, tuna, pringamosa y muchas Capparidaceae especialmente medialuna (*Capparis linearis*). El bosque alcanza alturas hasta de 4 m en promedio, la mayoría de las especies presentan hojas pequeñas. Parches homogéneos de este tipo de bosque se observan claramente en las pequeñas serranías de la isla.

Sobre bancos coralinos y terrazas bajas en calizas arrecifales, con relieve ligeramente disectado, se desarrolla cobertura vegetal *chalcofytica* que corresponde a bosques y matorrales subxerofíticos-calcícolas, tales como: quebracho (*Astronium fraxinifolium*), mangle zaragoza, aramo, zarza (*Mimosa sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), barbasco (*Jacquinia aristata*) y santa cruz (*Astronium graveolens*) que se desarrollan sobre antiguos arrecifes coralinos hoy emergentes. Pueden ser desde arbustales cerrados, abiertos y con parches de aclareos, bosque intrincado espinar, hasta pastizales limpios o con pocos árboles utilizados para ganadería (rastrojo en bosque secundario).

Figura 1.9 Bosque subxerofítico en la Isla de Barú.

En terrazas bajas arenosas sin inundabilidad, elementos como matarratón, platanillo (*Heliconia biahí*) y palma de lata (*Bactris guineensis*) son las especies dominantes. Características de estas formaciones son arbolitos (4 a 5 m) de Mimosaceae, más o menos densos o esparcidos; generalmente caducifolios los perennifolios de las Capparidaceae y Anacardiaceae. También árboles resinosos de las Burseraceae, como el indio encuero y los guayacanes de las Zygofilaceae son típicos de estas formaciones xerófilas.

Sobre arcillas no calcáreas, elementos del bosque seco como aramo, matarratón, barbasco, zarza, cacho de toro (*Mirme codendrán*) y bicho (*Casia sp.*) dominan el dosel del lugar, que actualmente varía desde rastrojo en bosque secundario hasta pastizal para ganadería extensiva.

Canal del Dique

Sobre las colinas, al este del Canal del Dique la vegetación está dominada por gramíneas salitrosas y especies de las familias Cactaceae, Mimosaceae, Ulmaceae y Sapindaceae, las cuales hacen parte del bosque xerofítico espinoso. Lo más representativo son los matorrales de trupillo, cardón (*Lemaireocereus grisseus*), guamacho, aramo, tuna, campano (*Samanea saman*), ceiba (*Hura crepitans*) y totumo.

Son frecuentes los pastizales con árboles y arbustos dispersos, y arbustales abiertos sobre los cuales se desarrollan ganaderías de tipo extensivo, arbustales densos y discontinuos, y bosques laxos (sudeste de Pasacaballos).

En las islas del delta del Canal del Dique, como Punta Barbacoas, se presenta un foco de bosques subxerofíticos, que aparecieron hace 40 ó 50 años dentro de los manglares, después de que estos sucumbieron por un problema de hipersalinidad. En este proceso dinámico las comunidades de manglar son reemplazadas por matorrales y bosques subxerofíticos, en la medida que ocurren cambios drásticos que

afectan el flujo normal de agua dulce hacia el manglar (Hernández, 1994).

El proceso se inicia con una invasión masiva de mangle negro sobre las otras especies del manglar, hasta cuando los niveles de salinidad son tan altos que la especie sucumbe, lo cual origina un nuevo proceso de sucesion vegetal a través de dunas móviles o en proceso de fijación o playones salinos que son lentamente colonizados por vegetación xérica (Figura 1.10).

1.4.5 Bosque desértico micrófilo

Cubre grandes extensiones en la planicie integrada en amplios sectores con el matorral desértico crasicaule. Las especies de árboles más características de esta formación son: trupillo, dividivi, brasilito, (*Haematoxylon brasiletto*), aromo, olivo (*Capparis odoratissima*) y

zarza. El Trupillo es la especie arbórea que domina o codomina en mayores extensiones, seguida del dividivi y el aromo (Hernández-Camacho, 1992).

1.4.6 Bosque de transición

Isla de Barú

El bosque transnacional se asemeja a un bosque húmedo durante la época de invierno, pero durante la época seca se asemeja a un bosque seco (subxerofítico). Se diferencia del primero en la ausencia de helechos y la predominancia de árboles deciduos; del último en la escasez de arbustos espinosos y cactáceas, y la dominancia de árboles altos con troncos rectos (Figura 1.11).

El bosque de transición es de dos tipos en tierras bajas y altas, los cuales se pueden definir claramente de acuerdo a la topografía.

Figura 1.10 Vegetación xérica en el Canal del Dique.

La densidad arbórea es prácticamente la misma y la cobertura vegetal con predominancia de los estratos arbustivo alto (8 a 10 m) y arbóreo (15 a 20 m).

El bosque de tierras bajas se ubica en áreas poco drenadas y usualmente inundadas durante la época de invierno; el suelo generalmente es arcilloso y limita con zonas arenosas. Alrededor de 2/3 de las especies son deciduas, el estrato medio está formado por arbustos altos, pequeños árboles deciduos y bejucos.

Durante la época más seca la mayoría de los árboles como guayacán de bola (*Bulnesia arborea*), ceiba de leche (*Hura crepitans*), coralibe (*Tabebuia coralibe*), cañaguatillo polvillo (*Tabebuia* sp.) y ceiba colorada (*Bombacopsis quinata*); arbustos como tiraco (*Pithecellobium lanceolatum*), dividivi, jagua (*Genipa caruto*), algodón de monte (*Luebea candida*) y cornizuelo (*Acasia costaricensis*) pierden las hojas. En contraste se establecen árboles siempre verdes como el mamón real (*Melicococcus bijugatus*), mamón de mico (*Talissia aff. oliviformis*), angolito (*Zizyphus angolito*), barbasco y Capparidaceae, de las cuales el olivo es el más abundante.

Donde las tierras bajas se unen a las sabanas, el suelo retiene considerable humedad durante los meses secos, los árboles característicos son: olla de mono (*Lecythis minor*), sangregao (*Pterocarpus podocarpus*), brasilete (*Sickingia* sp.) y guayacán chaparro (*Samanea pistaciaefolia*).

Figura 1.11 Bosque de transición en la Isla de Barú.

A medida que se asciende hacia la parte alta de las colinas diferentes tipos de vegetación intermedia ocurren entre las zonas más altas y más bajas; los límites de estas subdivisiones no están bien definidos, pero el bosque es usualmente abierto, los árboles son de tallos relativamente cortos y crecen en suelos arenosos o terrenos profundos de arcilla. La vegetación está compuesta principalmente por leguminosas como el campano (*Samanea saman*), guacamayo (*Acasia* sp.) y carito (*Enterolobium* sp.). Otro tipo de árbol que es posible encontrar en dicha asociación es el algarrobo.

El dosel en muchos casos está recubierto con abundantes epífitas de Loranthaceae, o con bejucos o lianas de las cuales las más comunes son: abrazapalo (*Anthurium* sp.), escalera de mico (*Baobab heterophylla*) y pintabollo (*Arrabidaea sanctae*).

Muchos de los árboles son lactíferos como el níspero de monte (*Achras calcicola*), caimito (*Chrysophyllum cainito*) e higuera (*Ficus dugandii*); algunos son resinosos como el quebracho, indio encuerto y caracolí (*Anacardium excelsum*). Otro grupo de árboles de este tipo está representado por el tamarindo de monte (*Dialium divaricatum*), carrito (*Aspidosperma dugandii*) y cañaguatillo polvillo (*Tabebuia* sp.).

Cerca al límite con el bosque xerofítico se encuentran el indio encuerto, guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guamacho, cañaguatillo y vara blanca (*Casahuate nitida*). Cerca de la sabana seca hay zonas abiertas donde predomina el roble amarillo (*Tabebuia* sp.), matarratón, ceiba de leche, guacamayo, bonga (*Ceiba pentandra*) y majagua (*Bombax* sp.).

Canal del Dique

En la zona del Canal del Dique el bosque de transición en áreas bajas presenta coberturas arbustales densas con aclareos, pastizales puros y árboles aislados. Algunas zonas altas presentan rastrojos bajos y medios. La ganadería semi-extensiva y el desmonte de arbustales para el establecimiento de parcelas son prácticas comunes en el área.

1.4.7 Cobertura Limnofita

Isla de Barú, Canal del Dique y Bahía de Barbacoas

El manglar que se desarrolla sobre el abanico deltaico externo pasa progresivamente de bosque de manglar a vegetación de pantano de agua dulce, con predominancia de especies tales como: tarulla (*Eichhornia crassipes*), dormidera (*Neptunia prostrata*), junco de ciénaga (*Cyperus giganteus*), árbol del coral (*Erythrina glauca*), platanillo (*Thalia geniculata*), enéa (*Typha dominguensis*), junco (*Typha latifolia*), coina (*Ficrhornia erassines*) y cañita (*Cyperus artuiculus*) hasta alcanzar la ribera occidental del Canal del Dique. Elementos vegetales acompañantes como: lirio de agua (*Nymphae amplia*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), buchón (*Limnocharis sp.*), junco de laguna (*Eleocharis sp.*), paja americana (*Echinocloa colona*) pueden observarse en la asociación.

El área constituye planos de sedimentación de lodos y sedimentos finos sometidos a inundación periódica, donde se presentan coberturas de bosque de pantano (inundables o manglares), arbustales densos (aclareo), pastizales, salitres y gran expansión de cultivos de camarón, predominante desde el extremo oriental de la Isla de Barú hasta la Isla El Covao.

Actualmente, la cobertura vegetal de gran parte de la zona en las desembocaduras de los caños se caracteriza por rastrojo bajo y/o se ha destinado a cultivos de plátano, yuca, mango, maíz, coco y arroz.

Los cuerpos de agua existentes, según el régimen de inundaciones, se pueden clasificar en permanentes, semipermanentes y temporales. La zona litoral usualmente la ocupan plantas emergentes arraigadas al substrato, con hojas e inflorescencias por encima de la superficie del agua: canutillo (*Hymenachne amplexicaulis*), paja de agua (*Paspalum repens*), cañita, junco de laguna, verdolaga, cortadera (*Scleria sp.*), rabo de baba (*Echinodorus sp.*), saeta de agua (*Sagittaria sp.*), platanillo, sensitiva (*Neptunia plena*),

hierba del gallinazo (*Sesbania exasperata*), dormidera, basbascos (*Polygonum acuminatum*). En algunos lugares se encuentran mezclados con clavito de agua, clavitos de pozo (*Ammania sp.*), espinas de bagre (*Hydrolea spinosa*). De igual forma, se registran elementos flotantes arraigados como lirio de agua (*Nymphae sp.*), tarulla.

En las áreas ubicadas en las planicies aluviales se concentran y acumulan sedimentos y materiales de decantación finos, así como las aguas provenientes de precipitaciones y de la red higráfica del sector. En los lugares anteriormente descritos, predomina el bosque inundado en zonas pantanosas ocupadas por vegetación herbáceosufruticosa o espejos de agua, comunes como: trulla (*Eichhornia sp.*), platanillo, clavito de agua, enéa, helecho matatigre (*Acrostichum aureum*), buchón, cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*), galapero (*Najas marina*), junco de laguna, cañita, flecha de agua (*Sagittaria latifolia*), dormidera y paja brava (*Lemna sp.*).

Uno de los elementos más comunes es el helecho matatigre, el cual se caracteriza por helogeófitos de agua dulce o salobre, escama oblonga, obtusa, negruzca, hojas grandes, erectas pinnadas, nervios reticulados sin nérvulos incluidos en areolas, cenosoros en pinnas fértiles cubriendo completamente la cara inferior; indusio ausente y paráfisis presente. El crecimiento incontrolado de este helecho, interfiere en forma directa la zonación del manglar entorpeciendo en algunos casos su crecimiento y desarrollo (Quiroz, 1989).

1.4.8 Cobertura de barras y playones (psamofitia)

Isla de Barú

Sobre suelos con alto contenido de sales aparece la vegetación de salar, representada por plantas halófilas y psamofíticas entre las que sobresalen: verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), batata de playa (*Ipomoea pescaprae*) y barrilla (*Batis maritima*).

Los playones salinos constituyen desde substratos desnudos hasta coberturas arbustivas laxas de uvito de playa, manzanillo, trúpilo, clemón y olivo; pasando por áreas de colonización reciente, bosques incipientes de pantano en depresiones situadas detrás de las barras de playa. En los límites del playón se encuentran asociados elementos de mangle negro hacia el frente del mar. En los playones más extensos del área se han desarrollado proyectos de maricultura, tanto sobre el costado norte como sur de la Isla de Barú.

1.4.9 Manglar

1.4.9.1 Zona Norte

Ciénaga La Venta

Sobre esta ciénaga el manglar se encuentra distribuido hacia los costados sur y suroccidental, principalmente. Actualmente, no recibe influencia de agua salada debido a que sobre el sector la costa ha ido creciendo por procesos de sedimentación. El manglar, en general, se encuentra en buen estado y está conformado por las especies mangle rojo y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), dominando ampliamente la primera. Sus tamaños oscilan entre los 2 y 15 m de altura. Asociada al manglar se encuentra vegetación como: helecho de manglar (*Acrostichum aureum*) y blea (*Thypha latifolia*), así como clemón y algunos arbustos de uvita playa. No se evidencian talas recientes.

Sector de Palmarito

Sobre este sector se encuentra uno de los mejores manglares del departamento de Bolívar. Conformado principalmente por mangle rojo, mangle blanco y mangle negro, sobre las partes altas y secas arbustos de mangle zaragoza. La zona de manglar que da a la playa contiene vegetación típica como: el uvito de playa, icacos y clemón. Infortunadamente, la zona está intervenida por la tala indiscriminada para la siembra de cocos, entre otras especies.

Ciénaga La Redonda

En la Ciénaga La Redonda el manglar está reducido a pequeños parches que se sitúan en formas aisladas y de muy poca altura (1 a 3 m), compuestos esencialmente por dos especies que son mangle negro y mangle zaragoza; alrededor de estos, también en forma aislada, se aprecia vegetación tipo desértica como chupachupa, cactus, trúpilo y algunas rastreras como barrilla y verdolaga de playa.

1.4.9.2 Ciénaga de Tesca

El manglar de la Ciénaga de Tesca se encuentra altamente intervenido por diferentes factores contaminantes. Entre las causas que han alterado la normalidad biológica del ecosistema cenagoso de Tesca podrían mencionarse: el factor sanitario, los canales de desagüe, alcantarillas, fumigaciones aéreas, la alta salinidad, la contaminación térmica, inundaciones y sedimentación, el cierre de caños, las invasiones al manglar, la ampliación del aeropuerto, urbanizaciones de Marbella y la construcción del Anillo Vial. Este último separó la ciénaga en dos, la alta deforestación, principalmente con fines de construcción, piscicultura y las altas tasas de contaminantes (materias orgánicas, sólidos, pesticidas, etcétera.) han ocasionado en este ecosistema una disminución notoria de cobertura vegetal con relación a épocas anteriores; sin embargo, aún se conserva un pequeño porcentaje de estos en buen estado de desarrollo.

Las especies dominantes son: mangle rojo y mangle negro, que ocupan aproximadamente el 85 % de toda el área de la ciénaga y sectores cercanos, seguidas por mangle blanco; en menor escala sobre terrenos de mayor altura se encuentran ejemplares de mangle zaragoza.

1.4.9.3 Bahía de Cartagena

Para el caso de la Bahía de Cartagena se presenta manglar tanto en la Isla de Tierra-bomba, costado norte de la Isla de Barú, desembocadura del Canal del Dique, sector de Mamonal, caños y lagunas de Cartagena.

Isla de Tierrabomba

La zona de manglar de la Isla de Tierrabomba se encuentra localizada hacia el costado de la Bahía de Cartagena, comprendida desde Bocachica hasta la parte sur de la población de Tierrabomba, pero en forma de parches o franjas que en algunos casos son de mayor o menor extensión (Figura 1.12).

Sobre el sector de Bocachica, entre el Castillo de San Fernando y la población de Bocachica, se encuentra un sector de manglar de aproximadamente 2 ha, compuesto principalmente por mangle rojo, mangle negro y mangle blanco, sobre las partes más altas se encuentra muy cerca al manglar el clemón. Este manglar ha tenido una gran intervención antrópica debido al turismo y a la misma población de Bocachica que la usa como botadero de basura y pozo séptico.

Hacia el costado nororiental, donde termina la población de Bocachica, se aprecia otro pequeño parche de manglar compuesto por mangle rojo, mangle blanco y mangle negro con una altura promedio de 2 m, el cual ha sido completamente intervenido por el hombre (tala y botadero de basura).

Entre el anterior punto y el Caño del Oro se encuentran pequeñas franjas de manglar que miden entre 1 a 10 m de ancho, compuestas por mangle rojo, mangle negro y mangle zaragoza que en promedio miden de 2 a 4 m de altura. En muchos sitios están bastante deteriorados por actividades antrópicas como talas, quemas, rellenos, siembra de cocos u otros productos agrícolas.

Costado norte de la Isla de Barú

Las principales zonas de manglar se encuentran en Ciénaga Honda y Ciénaga del Cocón. El manglar en la primera se encuentra aparentemente en buen estado de conservación, donde las principales especies son mangle rojo y mangle blanco, con algunas plantas de mangle zaragoza sobre las partes altas de la flecha (Figura 1.13). El tipo de sucesión es en primer término una franja no muy ancha de

mangle rojo y mangle blanco, la cual al profundizarse aumenta considerablemente la altura promedio de los árboles que oscila entre los 2 y 13 m. Se aprecia gran número de aves entre sus follajes. Asimismo, es abundante la especie de helecho de manglar.

En la Ciénaga del Cocón la especie más representativa es el mangle rojo, el cual se encuentra aparentemente en buen estado de conservación. Sus grandes árboles (de 12 a 15m) presentan amplio follaje y sus raíces son bastante abundantes, también se aprecia gran cantidad de pelícanos y cormoranes en su follaje.

Figura 1.12 Zona de manglar en la Isla de Tierrabomba.

Figura 1.13 Manglar de Ciénaga Honda, costado norte de la Isla de Barú.

Sector de Mamonal

El sector de Mamonal, comprendido desde la desembocadura del Canal del Dique hasta los límites con la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, posee algunas franjas de manglar de áreas considerables.

La zona de estudio presenta pequeños cinturones discontinuos de manglar, que en algunos casos son de apenas 1 m de ancho y en otros llega aproximadamente a 80 y 100 m; están compuestos por mangle rojo, seguidas por mangle blanco y mangle negro. Estos se hallan a manera de parches con gran influencia antrópica, debido a las industrias situadas en la zona por: talas, quemadas, derrames de petróleo y contaminación en general de todo tipo.

La Isla Maparapá, según Inderena (1984), es un bosque de manglar de poca altura y compuesto de mangle rojo y mangle blanco, en general la franja de manglar no se extiende más allá de los 30 m a partir de la línea media de mareas.

Caños internos de Cartagena

Sobre los caños internos de Cartagena los manglares han sufrido un deterioro enorme debido a la tala, posterior relleno y taponamiento de estos caños con aguas de la bahía o de mar abierto. Es así como en la actualidad solamente se aprecian algunos manglares como el bosque de borde en el caño que separa los sectores de Manga y Pie de la Popa, compuestos en un 90 % por mangle rojo que llega a medir hasta 5 ó 6 m de altura y en menor escala por mangle blanco.

1.4.9.4 Bahía de Barbacoas

En el costado oriental de la población de Santa Ana se encuentra un manglar monoespecífico de mangle rojo, con alturas aproximadas de 3 a 4 m y un ancho promedio de 80 a 100 m. Frente a la población se encuentra

interrumpido por ser el sitio obligado para el ingreso de los pobladores que llegan por mar y para los pescadores de la región.

Hacia el costado norte de la bahía se encuentran dos zonas en otrora de mangle rojo, completamente taladas y rellenadas sobre las cuales crecen hoy cultivos de coco, de aproximadamente 2 ha cada una.

Desde la población de Santa Ana hasta inmediaciones del caño Lequerica se aprecia una zonación clara de mangle rojo, mangle negro y mangle blanco. En muy pocos sitios se aprecia la especie mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).

Hacia el costado oriental de la Bahía de Barbacoas, entre los caños Lequerica y Matunilla se encuentran principalmente las especies mangle rojo en el borde, mangle blanco y posteriormente mangle negro en franjas que oscilan de acuerdo a la textura del terreno.

Punta Barbacoas

En toda la zona de Punta Barbacoas existe un área aproximada de unas 10 ha de manglar muerto, constituido principalmente por mangle negro. Sus suelos son casi blancos, debido a la cantidad de sal. Los pocos árboles que hay están casi desfoliados.

En las cuencas internas de la ciénaga y sobre sus bordes se aprecian acumulaciones salinas, donde predomina la especie mangle negro con árboles de aproximadamente 12 m de altura, en algunos casos presenta árboles de menor tamaño de mangle rojo y mangle blanco.

En Punta Barbacoas se registra un área basimétrica de 10.07 m²/ha, altura promedio de 11.5 m, densidad de 1200 fustes por hectárea conformada por tres especies con un diámetro altura de pecho (DAP)² promedio de 10.3 cm.

²El diámetro a la altura del pecho (DAP) es un parámetro que sirve para determinar el área basal de una planta, esta medida sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas a una altura mínima de 1.3 m (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Boca Flamenquito

En cercanías a la Boca Flamenquito se presenta otra zona de costa de erosión, soportada por ejemplares de mangle rojo y mangle negro.

Cerca a la desembocadura se aprecia el desarrollo de árboles altos de mangle rojo, bordeando los canales de desagüe, en bosques de tipo ribereño con abundante regeneración (25 plántulas por metro cuadrado) sobre suelo inundado. También se observa otro transecto sobre la costa en erosión, una consociación de mangle rojo y mangle blanco en la franja inicial con árboles esporádicos de mangle negro y mangle zaragoza, seguida por un playón salino de 10 m de ancho a partir de los 20 a 25 m del perfil.

Caños Lequerica y Matunilla

De acuerdo con el Proyecto Manglares en estos sectores el manglar crece desde la Bahía de Barbacoas hacia el Canal del Dique, bordeando la costa y hacia los caños. Desde la orilla de la bahía se encuentra una franja de mangle rojo de 10 a 100 m de ancho y de 6 a

12 m de altura; seguida por un bosque de mangle negro con un ancho promedio de 200 m y árboles hasta de 15 m de altura (Figura 1.14). Posteriormente, se observa una zona de influencia permanente de agua dulce en la que se encuentra una franja de 50 m de mangle blanco, de hasta 8 m de altura y luego pastos inundables que llegan hasta la orilla del canal. Desde la parte inicial de la orilla de la playa con presencia de la verdolaga de playa, y de mangle rojo, a continuación sucede un pequeño frente de mangle rojo, mangle blanco y mangle negro, siendo esta última la especie mejor distribuida y la que presenta mayor altura (15 m), aunque el mangle rojo la desplazó en sitios de inundación. El mangle negro presenta en este sitio la característica de medrar terrenos relativamente firmes y presentar gran cantidad de neumatóforos en donde detectaron densidades de 210 m².

En cercanías a la desembocadura del caño Matunilla se presenta un frente de mangle blanco asociada con mangle rojo y un poco más distante árboles de gran tamaño de mangle negro.

Figura 1.14 Manglar de los caños Lequerica y Matunilla.

Isla de Barú

Los principales manglares situados en la Isla de Barú se aprecian tanto en la parte oriental como occidental de la isla, formando en algunas partes zonas extensas y en otras parches.

Las zonas más o menos densas se ubican hacia la parte occidental de la isla: ciénaga de Los Vásquez, Ciénaga Portonaito, Ciénaga Cholón, Ciénaga Pelao. Hacia el costado oriental de la isla los principales manglares se sitúan en inmediaciones del pueblo de Barú, en la Ciénaga Mohán, así como a lo largo de algunas lagunas costeras.

Punta sur de la Isla de Barú

El extremo sur de la Isla de Barú presenta pequeñas lagunas, en algunos casos comuni-

cadas o en otros semicerradas, en buen estado, donde se aprecia una sucesión de mangle rojo de unos 4 a 5 m de altura, seguida de una franja delgada de mangle blanco de unos 3 m de altura y, por último sobre la parte ya consolidada, pequeñas plantas de mangle zaragoza. Asimismo, sobre el costado sur se encuentran franjas de mangle rojo de aproximadamente 20 m de ancho, con alturas que varían entre los 4 y 5 m, y posteriormente mangle blanco con una altura promedio de 2 m.

Hacia el costado suroriental de la Isla de Barú, en el sitio denominado Punta Hormiga, se encuentran algunas franjas de mangle rojo de más o menos 30 m de ancho y de 5 m de altura. Cerca a este sitio se aprecian talas y detrás de éstas mangle blanco (Figura 1.15).

Figura 1.15 Manglar Punta Sur de la Isla de Barú.

1.5 Caracterización del uso del suelo

Los suelos de este litoral se encuentran clasificados en tres unidades de relieve: zonas planas, zonas quebradas y tierras misceláneas (Mapa 3).

Zonas planas

Se destacan la planicie de La cordialidad, al norte del Canal del Dique; la planicie adyacente al mismo canal y la planicie costera. Sus tierras se prestan para uso de maquinaria agrícola y sus condiciones son óptimas para la tecnificación y desarrollo. Se incluyen dentro de este grupo los suelos de zona litoral con influencia marina reciente, fluvio-marina reciente y subreciente, y los de la planicie de inundación ocasional con influencia fluvio-marina antigua.

En la zona de planicie fluvio-marina se ubican tierras aptas para la agricultura tecnificada, si se tienen en cuenta las características físicas y químicas de los suelos; pero el factor de la escasez de lluvias es un limitante potencial para el desarrollo agropecuario.

Zonas quebradas

Comprenden zonas onduladas y quebradas, por su topografía tienen un uso restringido para labores agropecuarias y en algunas zonas la tala del bosque ha ocasionado su erosión. El uso que debe darse a estos suelos por su susceptibilidad a este fenómeno es la reforestación. Se incluyen dentro de este grupo los suelos de colinas de vertientes generalmente rectas, cortas onduladas y con relieve irregular.

Tierras misceláneas

Se incluyen dentro de este grupo los suelos con presencia de cárcavas, las áreas rocosas y los pantanos.

En la planicie de inundación ocasional se localizan los suelos con el más alto potencial agropecuario. Las colinas presentan materiales geológicos con alta susceptibilidad a la erosión, razón por la cual existen áreas muy erosionadas

vinculadas a esta clasificación. En la parte sur del área estudiada se presenta una zona cuyas tierras son muy cenagosas y se han incluido dentro de las tierras misceláneas.

Los suelos de la zona litoral tienen problemas por la presencia de sales y sodio; la mayor parte de los suelos de las zonas quebradas o las colinas se caracterizan por ser superficiales, presentan texturas moderadamente gruesas y estructura blocosa, son muy susceptibles a la erosión.

El análisis del uso actual de la zona costera parte del estudio de las relaciones sociales y económicas que median la producción, su interdependencia con el medio biofísico y los efectos que las actividades sociales y económicas ejercen en el medio natural; especialmente cuando en el medio rural los recursos naturales constituyen el acervo de capital más importante para la producción económica.

Se racionalizan los efectos que las actividades económicas tienen sobre los recursos naturales, la degradación del ambiente, la falta de eficiencia energética de algunos procesos económicos, la pérdida o cambio de los valores culturales y, en general, la dinámica de las relaciones existentes entre el hombre y su entorno.

El litoral del departamento de Bolívar presenta diferentes tipos de usos distribuidos de forma irregular a lo largo de la franja costera. Las planicies costeras aledañas a Cartagena constituyen la plataforma en la cual se desarrollan actividades de producción agropecuaria; éstas se usan principalmente en agricultura comercial de cultivos transitorios, agricultura semiintensiva, actividad pecuaria y acuicultura. Las planicies para uso agropecuario han estado sometidas a diversas actividades que han disminuido su capacidad productiva y les han provocado el deterioro por falta de criterios de manejo y por la inadecuada aplicación tecnológica.

Son definidas como áreas de uso agropecuario aquellas destinadas a la ganadería y que actualmente están cubiertas por grandes

pastizales mezclados con rastrojos; a las áreas agrícolas conformadas por predios de menor extensión utilizados por los colonos para la siembra de cultivos de maíz o de subsistencia, lo mismo que a grandes predios cubiertos por pastos mejorados o cultivos de arroz. Estas zonas se hayan distribuidas especialmente hacia el interior del continente a lo largo del sector oriental del litoral.

Es importante mencionar la alteración producida a las áreas de vegetación natural (incluyendo áreas de manglar) por el cambio de uso del suelo, especialmente la explotación agropecuaria, donde pequeñas áreas localizadas en puntos aislados han sido utilizadas para cultivos de subsistencia o pequeñas parcelas de pastos para ganadería. Este fenómeno es muy frecuente en la Isla de Barú, Tierrabomba, Isla Grande y zona Norte (Figura 1.16).

Las playas se proyectan como uno de los elementos naturales más importantes para la

recreación y el turismo. Sin embargo, a pesar de su tolerancia y elevada capacidad de recuperación, las playas se encuentran sometidas a la contaminación microbiológica, orgánica, de basuras y de invasión.

Existen grandes áreas cubiertas por vegetación y que en la actualidad no presentan ningún uso directo, con excepción de los usos de subsistencia que se presentan de manera aislada en algunos puntos específicos, de los cuales se extrae leña para autoconsumo y fabricación de carbón de palo para comercialización. Este uso se encuentra relacionado con la vegetación natural abierta.

Las planicies inundables de la región que no ofrecen condiciones para desarrollo agrícola o ganadero han sido incorporadas para el desarrollo de la acuicultura, tal es el caso de la Isla del Covao y las márgenes del Canal del Dique. Estas áreas, por sus características, tienen en este campo un uso adecuado pero introducen a la vez una problemática rela-

Figura 1.16 Cultivos de maíz en la Isla de Tierrabomba.

cionada con la invasión de la frontera del manglar, con desestabilización de los bosques marginales y el vertimiento de sustancias químicas (orgánicas e inorgánicas) que tensionan el ecosistema aledaño.

Otros puntos de localización de la industria acuícola están al norte de la Isla de Barú, al nororiente del casco urbano en áreas aledañas a la Ciénaga de Tesca y en la zona norte en áreas aledañas a la Ciénaga del Totumo.

La pesca se practica de forma artesanal a lo largo de toda la zona de estudio, destacándose sitios como la Bahía de Cartagena, la ciénagas de Tesca, del Totumo y Mohán, la Bahía de Barbacoas, el Banco de Salmedina, a lo largo de toda la costa de Barú e Islas del Rosario, entre otros. Se conocen además áreas de pesca industrial en el sector sur de la zona de estudio.

La industria extractiva se ve representada especialmente hacia la parte norte de la zona por canteras dedicadas a la explotación de materiales destinados a la construcción, además de la extracción de la piedra china por parte de los nativos de la región, a lo largo de la costa norte. Dentro de este grupo también cabe mencionar las salinas de Galerazamba, localizadas hacia el límite norte del departamento.

En la zona urbana se mezclan diferentes tipos de usos en los que se conjugan el uso residencial, turístico, comercial, institucional e industrial; este último localizado hacia el sur del casco urbano de Cartagena en el área conocida como Mamonal. En los asentamientos humanos menores a lo largo de la zona se conjugan el uso residencial con el comercial y turístico, correspondiendo su clasificación como de uso mixto donde el sector residencial prevalece sobre los demás usos. En Cartagena el uso residencial ocupa más del 40 % del área urbana. El uso comercial se clasifica en sectorial o multisectorial, comercio general, pesado e informal que se localiza a lo largo de las principales vías de la ciudad.

El uso marítimo y portuario de la ciudad, dada su estratégica posición geográfica, hacia la cual concurren diferentes tipos de embarcaciones de transporte de insumos y materiales, embarcaciones turísticas y de carácter militar que transitan continuamente la zona. Se destacan en este grupo, la Sociedad Portuaria y los muelles de la zona industrial. Es importante mencionar, además del uso pesquero, el transporte marítimo que se desarrolla en las aguas de las bahías del litoral y mar abierto, por donde transitan diariamente embarcaciones hacia las Islas del Rosario, Barú y Tierrabomba.

2.10). En este bosque predomina el mangle negro, con la presencia esporádica de algunos individuos de mangle rojo. En su costado oriental se encuentra disminuido en extensión y desplazado por playones desérticos que reciben el lavado de las mareas.

En 1997 se estimó que la cobertura de este manglar era de aproximadamente 1917 ha, incluidas las áreas con mortalidad, constituyéndose en los rodales con mayor desarrollo, en los cuales a la orilla de algunos ríos se ubican bosques ribereños con predominio de mangle rojo de 10 y 12 m de altura, y un diámetro máximo de 25 cm en los primeros metros río arriba; seguido por una mezcla de mangle negro de gran porte (15 a 16 m de altura y diámetros que van entre los 10 y los 30 cm). Por su parte, el mangle zaragoza aparece a unos 400 a 500 m río arriba, con alturas

inferiores a las otras especies y bastante ramificados, incluso bordeando la ribera del río Cascajo (Sánchez *et ál.*, 1997).

En el río Cascajo se encuentran bosques de borde y ribereños muy extensos, de gran desarrollo estructural, compuestos por mangle rojo, mangle blanco y mangle negro. El primero y el tercero alcanzan tallas de 16 a 17 m, con diámetros que sobrepasan los 40 cm. El mangle zaragoza se observa incluso en terrenos inundados a orillas del río, con alturas que no superan los 6 m, y los 8 y 10 cm de diámetro. Los manglares se encuentran altamente intervenidos, principalmente por intereses turísticos. La especie dominante es el mangle rojo, seguida de mangle blanco y mangle zaragoza, estas últimas se sitúan en cercanías de la carretera Tolú-Guacamayas, formando una franja mixta de unos 30 m, con

Figura 2.10 Manglar expuesto a la acción directa del oleaje, zona norte del Golfo de Morrosquillo.

alturas máximas de 4 a 5 m la primera, y 2 a 3 m la segunda.

El bosque de manglar que se encuentra hacia Tolú, por Isla del Muerto, está compuesto por mangle rojo de 6 a 8 m de altura, en promedio, y entre 5 y 10 cm de diámetro; frondoso, con algunos individuos de mangle blanco que no superan los 4 a 5 m de altura, además de escasos mangles negros de poco desarrollo (2 m de altura).

En los alrededores del arroyo El Francés se conserva un manglar de aproximadamente 30 ha (Leyton y Delgado, 1994), localizado en una franja angosta y limitado por las construcciones turísticas hacia la playa y por la carretera que conduce a Tolú. Se encuentra altamente intervenido como consecuencia de la construcción de la carretera, la acción antrópica para el aprovechamiento del bosque y el interés urbanizador y turístico. El sustrato es pantanoso, razón por la cual la especie dominante es el mangle rojo, con presencia de mangle blanco y mangle negro.

En la ciénaga El Francés el manglar también se encuentra bastante intervenido, observándose individuos aislados de mangle rojo de 17 m de altura y 40 cm de diámetro. En la parte posterior se encuentran formaciones de manglar tipo cuenca, compuestas por mangle negro y en menor proporción de mangle blanco, con ejemplares mezclados de 6 a 7 m de altura, hasta los que colindan con tierra firme (Sánchez *et al.*, 1997).

En la Boca del Francés se registra la presencia de mangle rojo y aproximadamente 50 m hacia adentro se entremezclan mangle blanco y mangle negro (Patiño y Flórez, 1993).

2.4.1.2 Sector central del Golfo de Morrosquillo incluida la Ciénaga La Caimanera

Hacia el sector de Palo Blanco, donde la primera franja de manglar es de aproximadamente 200 m, corresponde a árboles de

mangle negro de hasta 10 m de altura; la segunda franja, de más o menos 100 m, corresponde a árboles de mangle blanco de 5 a 6 m de altura, con abundante regeneración.

En el tramo de la carretera se encuentran pequeños rodales de manglar, distribuidos a manera de parches y compuestos por mangle negro y mangle blanco, forman grupos tupidos con abundantes ramificaciones y muchos neumatóforos. Las alturas en la margen que da al mar excepcionalmente superan los 5 ó 6 m, mientras que en el lado opuesto se encuentran individuos de mayor dosel. Presentan una alta intervención tanto de tala, drenaje y relleno con fines de construcción (Sánchez *et al.*, 1997). Los mismos autores estiman una cobertura de manglar de 61.7 ha, incluidas las áreas con mortalidad.

La Ciénaga La Caimanera abarca un área aproximada de 1600 ha, constituyéndose en el segundo sector del Golfo de Morrosquillo en importancia con respecto a las formaciones de manglar. Se encuentra bordeada en su totalidad por una franja ancha de manglar, que en algunos sectores alcanza hasta 1000 m. La especie dominante es mangle rojo, seguida por mangle negro, mangle blanco y mangle zaragoza; asociado al mangle negro se encuentra el helecho matatigre (*Acrostichum aureum*) (Patiño y Flórez, 1993).

El sector sur presenta un bosque de borde bien desarrollado, casi monoespecífico de mangle rojo, seguido por un latizal bastante homogéneo en donde los árboles adultos quedan enmascarados por la gran densidad de juveniles. En general, este sector se encuentra con baja intervención antrópica, ocasionada generalmente por las fincas ganaderas.

La zona noroccidental también presenta un bosque de gran desarrollo, prácticamente monoespecífico de mangle rojo, pero, a diferencia del sector sur, en ésta se encuentra menor cantidad de juveniles, el dosel sobrepasa los 15 m de altura y el grado de intervención es muy moderado.

El sector oriental de la ciénaga presenta un bosque similar al del sector sur, casi monoespecífico de mangle rojo, pero en éste se presenta mayor intervención debido a las talas. La zona de borde se encuentra más desarrollada, seguida de un fustal maduro más disperso acompañada de un latizal denso (Leyton y Delgado, 1994).

Entre el cuerpo de agua de la ciénaga y el mar se encuentra una zona de manglar llamada El Garzal, donde se destaca un bosque mixto sin zonación que lo caracterice; la especie predominante es el mangle rojo, tanto por densidad como por sus características estructurales generales, presenta un alto porcentaje de mortalidad debido probablemente a la interrupción de flujos hídricos entre el mar y la ciénaga, y la hipersalinización de los suelos (Sánchez *et al.*, 1997).

El sistema manglárico La Caimanera está sometido a fuertes tensores tanto antrópicos como naturales. Entre los artificiales se encuentran la carretera Tolú-Coveñas, adecuación de tierras de las fincas ubicadas alrededor del manglar; construcción de vías que unen estas fincas con la misma carretera; ubicación de viviendas, locales comerciales, turísticos, hoteles, fincas recreativas; y otros como rellenos, botaderos de basuras y vertimientos de aguas servidas.

Los tensores naturales más relevantes son la sedimentación de caños y arroyos, encharcamiento permanente de bateas en el interior del manglar con descomposición de materia orgánica *in situ*, con la subsecuente liberación de gas metano, escasez de agua y afloramiento de la cuña salina durante el período de verano, que origina la muerte del manglar en cualquiera de sus etapas de desarrollo (Fundesa, 1997).

En el sector de la boca del arroyo Carbonero se observan parches de manglar, encontrándose solo una franja alimentada por las aguas de escorrentía y de nivel freático, aparentemente sin intervención, con un

promedio de 200 m de ancho, en el que se evidencia además recolonización fuera de este sitio. En este sector el manglar soporta una muy alta intervención (Leyton y Delgado, 1994).

2.4.1.3 Sector sur del Golfo de Morrosquillo incluidos Bahía Cispatá y antiguo delta del río Sinú

Cubre un área aproximada de 7900 ha, siendo el principal sector del Golfo de Morrosquillo en formaciones de manglar y una de las pocas reservas estructuralmente importante en el Caribe colombiano. En general, su extensión ha aumentado como consecuencia del cambio de curso del río Sinú. La especie más predominante es el mangle rojo, seguida por mangle negro, mangle blanco, mangle zaragoza y mangle piñuelo (*P. Rhizophorae*) en menor escala (Leyton y Delgado, 1994).

En Playa Blanca el manglar corresponde a una franja muy angosta de aproximadamente 2 km de extensión, localizada entre punta Bolívar al norte y punta Rebujina al sur. Es un pequeño bosque de manglar maduro con individuos de gran porte, que presenta una zonación típica y está compuesto por cuatro especies de mangle (rojo, negro, blanco y zaragoza).

Se ha determinado que la cobertura aproximada de este manglar es de 4 ha, pero actualmente se encuentra altamente presionado, tanto por las plantaciones de coco ubicadas al norte, como por los potreros ganaderos en su interior, los cuales cada día ganan más área (Sánchez *et al.*, 1997).

Inicialmente se encuentra una franja externa con un buen desarrollo estructural, dominada por mangle rojo y presencia de algunos individuos de mangle blanco de igual desarrollo. Aproximadamente unos 50 m hacia el interior el manglar se vuelve mixto, disminuye su promedio de altura y aparece mangle negro. Continuando hacia el interior, la franja mixta se convierte en un bosque mono-

específico de mangle blanco, con doseles superiores a 8 m en promedio. Más adelante varía la conformación, mezclándose mangle blanco con mangle negro; finalmente se encuentra una franja con dominio total de mangle zaragoza de bajo porte y achaparrado, la cual limita con los potreros ganaderos.

El manglar del sistema estuarino de la Bahía de Cispata se encuentra generalmente dominado por mangle rojo, el cual según el sustrato y el grado de inundación se asocia con mangle negro. Este sistema se encuentra compuesto por una intrincada red de caños y ciénagas que se comunican entre sí, en la que se destacan los caños Salado y Palermo, y las ciénagas Navío, Los Mestizos y Soledad, entre otras.

Caño Salado

Corre paralelo a la costa y se localiza al norte de la Bahía de Cispata, se caracteriza por presentar una franja ribereña que no excede los 20 m de mangle rojo, con alturas promedio de 14 m (Figura 2.11). Continúa con una franja de bosque mixto, con presencia de individuos de mangle rojo de gran porte, asociados inicialmente con mangle piñuelo, y más adelante un bosque de cuenca, con mangle blanco y negro. Finalmente, hacia la playa se encuentra una franja de manglar de borde, dominado por arbustos de mangle negro y mangle zaragoza achaparrados.

Figura 2.11 Manglar Bahía Cispata.

Ciénaga Navío

Se localiza en la parte media de la bahía y se comunica con el caño Salado por medio de un canal recientemente abierto por la comunidad de la zona. Se caracteriza por ser un bosque homogéneo de mangle rojo, con presencia en la parte media de unos pocos individuos de mangle negro y blanco, con parches de helecho matatigre.

Caño Palermo

Corresponde a un área de estuario y al antiguo cauce del río Sinú, comunica la ciénaga Soledad con la Bahía de Cispata. Presenta una zona de manglar de mayor diversidad en cuanto a su estructura, ya que se encuentran bosques ribereños tanto monoespecíficos de mangle rojo, como mixtos dominados por la misma especie y asociados con mangle negro, de variadas características y con una gran influencia de agua dulce por la presencia de varios caños.

Ciénaga Soledad

Se encuentra al sur de la bahía, en su parte externa se localiza una franja de bosque de borde de mangle rojo, con alturas máximas de 14 m, después de ésta se presenta una zona de helecho matatigre, dentro de la cual se encuentran parches, a modo de islas, de mangle rojo de buen desarrollo estructural.

De caño Palermo hacia el continente se encuentran bosques estables, con mayor predominio de mangle rojo altamente asociados al helecho matatigre. Por su parte, la ciénaga Los Mestizos se encuentra dominada por mangle rojo, tanto en el sector costero como el ribereño. En el primero se advierten individuos a manera de franja, con portes que pueden alcanzar alrededor de 15 a 17 m. En el sector ribereño se ubican rodales de mangle rojo, mezclados con mangle blanco en las zonas más influenciadas por el mar y con mangle negro en aquellas con mayor flujo de agua dulce, los doseles son más bajos y se encuentra

abundante regeneración natural (Sánchez *et al.*, 1997).

En las proximidades al pueblo de Cispata se encuentra un bosque monoespecífico de mangle rojo, con árboles de baja altura (2.5 m en promedio). Registra tala indiscriminada con fines turísticos y agroindustriales (Leyton y Delgado, 1994).

El río Sinú desemboca por tres bocas y presenta bosques de manglar muy intervenidos por la extracción maderera. Estos manglares se ubican a los lados de las bocas externas, conocidas como La Balsa y Bocanegra (al sur), y La Mireya (al norte). Las especies dominantes son mangle negro y mangle zaragoza, encontrándose también, en menor proporción, mangle blanco y mangle rojo.

Los bosques se caracterizan por su bajo porte (3 a 6 m), dominancia de mangle zaragoza y blanco, y por estar siempre bañados por las aguas del río Sinú, lo que hace que los valores de salinidad oscilen entre 0 y 10 unidades.

En el extremo occidental de Tinajones se encuentra un bosque de manglar dominado por mangle rojo, con alturas que oscilan entre los 12 y 15 m en la parte delantera, y 2 a 15 m en la posterior. En el sector oriental de Tinajones se establecen sobre suelos arenosos individuos de mangle blanco con alturas entre 4 y 7 m, mangle zaragoza de 7 m en promedio y mangle negro de 8 m (Sánchez *et al.*, 1997).

2.4.2 Vegetación de playa (Psammofítica)

La vegetación de playa se encuentra distribuida a lo largo de toda la línea de costa y se estima que este tipo de cobertura cubre en la zona de estudio un área aproximada de 63.1 ha (BP, 1994). Hace su aparición como primera colonizadora de los suelos aluviales, es de características heliófilas y generalmente constituidas por gramíneas monoespecíficas, con capacidad para aprovechar los escasos nutrientes disponibles a través de sus tallos rastreros y estolones de fácil enraizamiento (IGAC, 1995).

Esta vegetación en las playas del golfo está compuesta principalmente por gramíneas como barrilla (*Cannavalia maritima*), pasto playero (*Distichlis sp.*) y rastrera (*Ipomoea pescaprae*); además se encuentran malvas (*Hibiscus tiliaceus*), manzanillos (*Hippomane mancinella*), clemones (*Thespesia populnea*) y uvitas de playa (*Cocoloba uvifera*). En las zonas más consolidadas se pueden encontrar cocoteros (*Cocos nucifera*), icacos (*Chryso-balanus icaco*) y almendros (*Terminalia catappa*).

Hacia la parte norte del Golfo de Morrosquillo se distribuye desde el sector conocido como Puerto Berrugas en dirección norte hacia punta de Los Muertos una franja muy angosta paralela por delante a la franja de manglar alledaño.

Hacia la parte central se encuentran las mayores extensiones de playa (aproximadamente 17 km), las cuales se localizan entre la cabecera municipal de Tolú y Coveñas. Algunas se presentan limitando pantanos de manglar y llanuras costeras en su interior, otras aparecen comunicadas con arroyos y ciénagas. En este sector se han realizado diversas actividades encaminadas a recuperarlas y mantenerlas, como es el caso de la construcción de espolones con el fin de evitar su erosión (Fundesa, 1997).

Hacia la parte sur, correspondiente al municipio de San Antero, se encuentran las playas de El Porvenir, Punta Bolívar y Playa Blanca, las cuales tienen una extensión aproximada de 2 km (Figura 2.12). Además se encuentran playas en la zona deltaica del río Sinú, donde la vegetación predominante es el pasto playero, el cual limita en su parte trasera con hileras de manglar.

2.4.3 Rastrojos (matorrales)

La flora perteneciente a este tipo de cobertura corresponde a árboles de poca envergadura, encontrándose representada principalmente por olivo (*Capparis odoro-*

Figura 2.12 Vegetación de playa en el municipio de San Antero.

tissima), olla de mono (*Lecythis magdalenica*), totumo (*Crescentia cujete*), samán (*Samanea saman*) y zarza (*Mimosa pigra*).

Se encuentra distribuida a lo largo de toda el área de estudio en pequeños parches, en las zonas donde se ha abandonado la práctica de la ganadería, dispersa entre grandes extensiones de pastos que aún se dedican a esta actividad o a algunos agrosistemas.

Aunque algunas de las especies arbóreas que constituyen este tipo de vegetación alcanzan gran desarrollo, como es el caso de los samanes, estos se presentan como árboles aislados y no constituyen ningún tipo de asociación.

El 'Estudio de impacto Ambiental del Terminal Petrolero de Coveñas' (BP, 1994) estimó que éste tipo de cobertura ocupa en la zona de estudio un área aproximada de 518.5 ha.

2.4.4 Pastos

Debido a que la actividad ganadera es la primera en importancia en la región, se encuentran grandes extensiones de pastos tanto naturales como artificiales, constituyéndose en el tipo de cobertura de mayor extensión en la zona de estudio. La BP (1994) estimó que este tipo de cobertura se extiende por un área aproximada de 35478 ha.

Los pastos, en forma muy generalizada, conforman un paisaje de extensas zonas de pastizales que se mezclan aisladamente con árboles de sombra o frutales (Figura 2.13). En la zona de estudio se pueden encontrar pastos naturales como el pajón y artificiales como la guinea (*Panicum maximum*) y el puntero (*Hyparrhenia rufa*), los cuales son sembrados en las zonas secas; y el pasto pará (*Panicum purpurascens*) que se siembra en zonas inundables.

Figura 2.13 Área de pastos típica en el sector sur del Golfo de Morrosquillo.

Se encuentran ubicados sobre la unidad geomorfológica denominada llanura costera, limitando hacia el continente con las zonas montañosas y hacia el mar con la franja de manglar.

Hacia el delta del río Sinú, en especial hacia la Boca Tinajones, se presentan grandes extensiones de pastos mezclados con rastrojo, sobre lo que antes eran zonas inundables (Figura 2.14).

Figura 2.14 Río Sinú, Boca Tinajones.

2.4.5 Agrosistemas(cultivos)

Este tipo de cobertura ocupa una pequeña área de la zona de estudio, estimándose que cubre aproximadamente 238.8 ha. Se distribuye en toda la zona de estudio en pequeños parches como pequeñas parcelas, chagras o picas campesinas, dedicadas principalmente al cultivo de yuca, arroz, maíz, plátano, ñame, frijol y algunos frutales. Todas

para el autoconsumo, lo que indica su uso para cultivos de alimentos de pancoger (BP, 1994).

Algunos agrosistemas se sitúan cerca a la línea de costa, siendo altamente influenciados por el agua de mar, lo que hace que su desarrollo sea reducido por la poca aptitud de los suelos, mientras que otros se ubican en la zona donde la cota aumenta y la aptitud de los suelos es más alta. En ésta última se cultiva ñame, coco, yuca y algunas frutas como mango y guayaba, para autoconsumo y comercialización como ayuda económica familiar.

Además se observan algunas extensiones de tamaño moderado dedicadas principalmente al cultivo de arroz, en la ribera de algunos arroyos y en mayor proporción en la zona aledaña al cauce del río Sinú.

2.4.6 Bosque marginal de cauce

Esta cobertura vegetal es la que se desarrolla sobre la riberas de quebradas, caños, lagos y lagunas alejadas del litoral. Se encuentra conformada por vegetación de mediana envergadura, que se constituye en protectora de los cauces permanentes y de los temporales en épocas de lluvias.

Según el BP (1994) se estima que este tipo de cobertura ocupa un área aproximada de 1065.3 ha.

2.5 Caracterización del uso del suelo

En el Golfo de Morrosquillo es posible encontrar numerosas ciénagas y manglares que en la actualidad muestran una gran intervención por parte del hombre, dedicando estos terrenos para relleno y posterior construcción de vías, terraplenes y viviendas.

2.5.1 Zonas de protección y conservación

Bosque de manglar intermedio

Se define como formaciones de mangle en las que se evidencia poco grado de

intervención, manteniendo una estructura con alturas promedio entre los 6 y 8 m. Corresponde a unidades con buen grado de desarrollo localizadas en las áreas intermedias del bosque.

Se ubica principalmente hacia el norte del casco urbano de Tolú en dos áreas bien marcadas; al este de la franja de manglar conformado que se extiende a lo largo del litoral y en el sector denominado la isla de Los Gallinazos. Algunos parches de menor extensión se localizan hacia Punta San Bernardo, en los alrededores de las ciénagas.

Bosque de manglar conformado

En esta unidad se incluyen las áreas de manglar menos intervenidas, por encontrarse con menor posibilidad de acceso a la mano del hombre. Constituyen unidades con alto grado de desarrollo.

El bosque de manglar conformado ocupa principalmente una franja paralela a la línea de costa en el norte del casco urbano de Tolú, interrumpido hacia el sur por la expansión de la zona turística. Dos sectores importantes se localizan al sur del Golfo de Morrosquillo en la Ciénaga La Caimanera y Bahía Cispatá; al norte se aprecian algunos sectores de manglar hacia punta de Los Muertos y otra franja paralela al litoral sobre el límite norte del golfo, desde punta Piedra en dirección norte.

Es importante citar que aunque representa un área importante dentro del golfo, dadas sus características, hace parte de un ecosistema con alto valor ecológico pero potencialmente amenazado, dada su cercanía con el área turística que cada vez amenaza con expandirse, aún en detrimento de estas áreas, como ya ha sucedido en otros sectores del golfo (Ciénaga La Caimanera y Bahía Cispatá)(Figura 2.15).

La zona de manglar que se encuentra al sur del Golfo de Morrosquillo, en el antiguo delta del río Sinú, en jurisdicción de los municipios de San Antero y San Bernardo del

Viento, constituye un área de gran importancia nacional, por ser uno de los ecosistemas mangláricos de la costa Caribe colombiana de mayor tamaño, declarados por el Ministerio del Medio Ambiente Desarrollo y Vivienda como 'Reserva Forestal y de Protección Ambiental'.

En la actualidad se encuentran bajo control directo de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). De esta gran zona de manglar, al municipio de San Antero le corresponden 4968 ha que equivalen al 20 % del área en mención. El total de ésta se encuentra dentro dentro de la zona de estudio del presente estudio, por hallarse principalmente en zonas de bajamar. Según el estudio 'Plan Simplificado del Desarrollo de San Antero 1995-1997', los bosques de manglar ocupan el tercer lugar dentro de las zonas de uso del suelo del municipio.

El bosque de manglar conformado se encuentra principalmente a lo largo de la zona conocida como Bahía de Cispatá o antiguo cauce del río Sinú, hoy conocido como Caño Grande o Remediapobres, además incluye los caños El Salado, El Soldado, Tijó o Palermo, y las ciénagas de Cojopata, Mestizos, Pepino, Garzal y Navío. De acuerdo con la descripción, estas zonas son aprovechadas en forma racional por los habitantes del área; actualmente es protegida y controlada su explotación por la CVS, lo que ha generando un medio de subsistencia para la comunidad de mangleros llegando a establecerse como una actividad productiva.

Dentro de esta unidad de bosques de manglar se encuentra otra unidad muy importante que se relaciona directamente con la anterior: las ciénagas. Cuerpos de agua que alimentan los manglares y que están compuestos por aguas de aportes fluviales y marinos, cuya mezcla genera un sistema conocido como fluvio-marino. En la zona sur se encuentra un sistema de ciénagas que se comunican entre sí por medio de caños y que junto con los bosques de manglar conforman un ecosistema muy activo y ambientalmente sensible.

Figura 2.15 Bosque de manglar Ciénaga La Caimanera.

Bosque marginal de cauce

Representa el área de cubierta vegetal desarrollada sobre los bordes de los cauces de quebradas y caños alejados del litoral, la cual constituye vegetación protectora de los cauces permanentes y de aguas lluvias.

Localizado al borde del cauce del arroyo Tigre y en algunos sectores del arroyo Cascajo y en los arroyos en el sur de Coveñas y norte de San Antero. Aunque su porcentaje de participación dentro del área es mínimo, es importante anotar que dada su función de vegetación protectora, se considera un elemento valioso que a pesar de su poca extensión, debe conservarse y recuperarse en aquellos cauces donde se ha perdido.

Bosque de manglar altamente intervenido

En el estudio de la BP (1994) se hace referencia a la tala indiscriminada de mangle

como principal factor de intervención en el área, la cual evidencia una secuencia muy marcada respecto de la altura y conformación del mangle inmediatamente anterior a la zona tala-da. Sin embargo, también se hace alusión a la alta capacidad de regeneración del manglar, por lo que es posible encontrar mangle joven a lo largo de las formaciones de borde.

Se localiza en los alrededores del bosque de manglar intermedio al norte del casco urbano de Tolú y al noreste de isla San Bernardo. Hacia el sur se ubica en los costados de la vía Troncal, en inmediaciones de la Ciénaga La Caimanera, incluyendo el sector denominado isla de Los Gallinazos y en los sectores aledaños a ciénagas menores, y Paloblanco entre Tolú y Coveñas. Al sur del Golfo de Morrosquillo se encuentra en Bahía Cispatá hacia los bordes de los caños Salado, Grande y Sicara.

Al norte de Tolu se observa una fuerte intervención del manglar ubicado inmediatamente después del casco urbano, en inmediaciones del área construida. Hacia el arroyo La Alegría y boca Guacamayas el avance de la construcción también ha sacrificado áreas de manglar, en este caso el límite entre áreas construidas y de manglar también lo marca la vía principal, donde hacia el costado oeste se localizan las fincas de recreo dedicadas al turismo privado y hacia el costado este es posible encontrar una franja interrumpida de aproximadamente 50 m, paralela a la vía, con construcciones dedicadas al uso residencial de los nativos de la zona.

Los bosques de manglar de borde altamente intervenidos en la zona sur se encuentran ubicados principalmente en los sectores de Playa Blanca, punta Rebujina y puerto Cispatá.

El área ocupada por bosques de manglar se encuentra actualmente afectada por una intervención y tala indiscriminada, cuya finalidad ha sido cambiar el uso del suelo, hasta el punto de haberlo convertido en zona de conflicto, debido al desarrollo de rellenos, construcciones sin planeación, infraestructura turística, apropiación de zonas consideradas como bienes de la nación y otras que no obedecen a un desarrollo sostenible del recurso natural como lo es el manglar

Bosque de manglar intervenido

Esta unidad se define como formaciones de manglar en las que la intervención o tala indiscriminada se realiza con menos intensidad que en la anterior, lo que permite una mejor recuperación de la biomasa retirada. Su mayor

presencia se encuentra en la Punta San Bernardo, extendiéndose hacia el interior del continente en límites con el área de pastos y rastrojos, los linderos interiores y exteriores de manglar conformado de la Ciénaga La Caimanera.

Algunos parches aislados se localizan en los alrededores de la zona de manglar conformado de Bahía Cispatá y sobre las formaciones costeras aledañas a Berruga y El Francés.

Desde 1960 y hasta 1989, según información consignada en planchas topográficas del *Defense Mapping Agency* (DMA) escala 1:100000 y 1:50000, la franja litoral comprendida entre punta Seca y Rincón, inmediatamente después de la línea de costa, se hallaba totalmente cubierta por manglar, sin ningún tipo de intervención antrópica. Hoy se observan grandes áreas cubiertas por palmas y ocupadas por casas de recreo dedicadas al turismo privado, distribuidas de manera irregular e interrumpida por áreas de manglar que aún permanecen en su estado inicial a lo largo del litoral.

Hacia el interior de la franja intervenida se localiza el área de manglar restante que antiguamente se encontraba como una sola unidad a lo largo de toda la zona. A partir de punta Gorda hacia el norte, el límite entre el manglar conformado y el área intervenida lo marca la vía que conduce hasta el corregimiento de Rincón desde este sitio. Inmediatamente después del área de manglar es posible encontrar una vasta zona de pastos dedicados a la ganadería e interrumpida por parches de vegetación media y alta, a manera de rastrojos y distribuidos irregularmente en cuanto a forma y tamaño.

La presente caracterización se basó en el informe final del proyecto de 'Caracterización de la Zona Costera del Departamento de Córdoba', efectuado por el CIOH-DIMAR en el 2004.

3.1 Localización general

El departamento de Córdoba está situado al noroeste de Colombia, en la costa Atlántica, de cara al Mar Caribe, y consta de 28 municipios. Su capital es Montería, conocida también como la 'Capital Ganadera de Colombia', 'La Perla del Sinú' y 'La Ciudad de las Golondrinas'. Limita por el norte con el Mar Caribe y el departamento de Sucre, por el este con el Mar Caribe y el departamento de Antioquia, por el oeste con los departamentos de Bolívar, Sucre y Antioquia; y por el sur con el departamento de Antioquia.

Su punto más septentrional se encuentra sobre el Mar de las Antillas, a los 9° 25' latitud Norte; el punto más meridional en los límites con el departamento de Antioquia, a 7° 15' Norte; el extremo más occidental en el alto de Carepa (1600 m), sobre la serranía de Abibe, a 75° 26' meridiano de Greenwich, y el punto más oriental a 75° 10' meridiano de Greenwich.

La línea de costa se extiende aproximadamente 180 km en dirección suroeste-noreste desde Punta Arboletes, en límites con Antioquia, hasta el extremo oeste de la desembocadura del río Sinú (Boca Tinajones), en los límites con la Ciénaga de Cispatá. Esta zona del Caribe colombiano incluye el litoral de los departamentos de Córdoba y Antioquia, y las islas de Tortuguilla y Fuerte (Figura 3.1).

Figura 3.1 Localización de la zona costera del departamento de Córdoba.

3.2 Caracterización geológica

El litoral del departamento de Córdoba forma parte de la región noroccidental de Colombia, la cual ha tenido gran complejidad estructural y sedimentaria, producto de la estrecha interrelación y evolución tectono-sedimentaria de la esquina noroccidental de Suramérica, donde la interacción de las placas tectónicas del Caribe y Suramérica ha jugado un papel preponderante desde finales del Mesozoico.

La convergencia de éstas durante el Terciario dio lugar a la formación de dos provincias, conocidas ampliamente en la literatura como Cinturón del Sinú, en la parte más occidental costera, y el Cinturón de San Jacinto, en la parte oriental del departamento, limitadas por el lineamiento del Sinú (Duque-Caro, 1980). En general, el área de estudio es afectada por un fallamiento en sentido longitudinal paralelo a la actitud preferencial de las unidades, es decir norte-sur a N10°E y un fallamiento transversal muy conspicuo.

Las características del fallamiento nortesur se interpretan como falla de cabalgamiento (*thrust system*), con convergencia al oeste. Estructuralmente, el cinturón fragmentado de San Jacinto es una faja replegada donde predominan fallas inversas y de cabalgamiento, tanto longitudinal como paralelo, con respecto al sentido estructural regional de los estratos, asociadas a pliegues apretados que evidencian dinámica compresiva. Las unidades de roca que afloran en este cinturón corresponden a rocas sedimentarias del Paleógeno (formaciones San Cayetano, Toluviejo y El Carmen).

El Cinturón del Sinú se caracteriza por la presencia de estructuras diapíricas de lodo, cuyas manifestaciones son los denominados volcanes de lodo, con geoformas dómicas y cónicas que emergen a lo largo de las zonas mayores de falla, siguiendo el rumbo general del cinturón. Las rocas presentes en la parte occidental del área hacen parte de este cinturón y son esencialmente rocas sedimen-

tarias del Neógeno (brecha de Cispatá, formación Floresanto y las unidades Moñitos y Broqueles).

Sobre las anteriores se halla una cobertura de sedimentos de origen marino somero e hipoabisal, fluvial y marino-aluvial, que reposan discordantemente sobre las rocas terciarias. El área insular de Isla Fuerte está conformada por calizas arrecifales, denominadas informalmente como calizas arrecifales de Isla Fuerte.

Los recursos minerales del área de estudio están representados substancialmente por minerales no metálicos (rocas calcáreas y silíceas, arenas y gravas). La explotación de estos recursos está prácticamente concentrada en la explotación de rocas calcáreas, las cuales son utilizadas como agregados pétreos para concretos (trituration manual) y como bloques de roca para la construcción de espolones.

Otros recursos que han sido explotados de manera ocasional como material de recebo para vías son rocas silíceas (chert y liditas) y margas. Arenas y gravas provenientes de depósitos aluviales, de igual forma las playas han sido explotadas de manera ocasional como agregado fino para concretos (fabricación de bloques y baldosas).

La compactación y ambiente de formación de la gran mayoría de las rocas aflorantes en el área permite considerarlas como rocas semipermeables con baja porosidad y permeabilidad primaria, con potencial hidrogeológico muy bajo. Las zonas con mayor potencial de aguas subterráneas se hallan en la llanura costera del Golfo de Morrosquillo, conformada por sedimentos de origen marino-aluvial y se halla relacionada con la presencia de paleocauces de espesor y litología variable.

No obstante, la calidad química de las aguas se ve afectada en la zona litoral por la intrusión marina y por las variaciones estacionales, cuando los procesos de evaporación concentran gran cantidad de sólidos disueltos.

3.3 Caracterización geomorfológica

Una caracterización geomorfológica suministra información básica esencial para la evaluación del medio ambiente y de las amenazas naturales, como fenómenos de remoción en masa e inundaciones de origen fluvial y marino, que pueden llegar a afectar la población y la infraestructura existente. Así mismo constituyen una valiosa herramienta para la planificación del medio físico, en donde se armonice el desarrollo urbano y rural, mediante la adecuada selección de zonas de expansión urbana, turística e industrial.

Estas unidades geomorfológicas están en constante cambio, influenciadas tanto por los procesos marinos (olas, mareas y corrientes litorales) como por procesos terrestres (descarga de ríos, escorrentía y procesos de remoción en masa por gravedad). Desde hace poco, la influencia antrópica ha demostrado ser decisiva a la hora de alterar las geoformas, principalmente en el litoral, con estructuras que pretenden proteger las playas contra la erosión marina.

Para hacer una buena clasificación el departamento de Córdoba se ha dividido en cinco grandes regiones, dentro de las cuales pueden encontrarse unidades geomorfológicas de diferente origen y/o evolución, tales como: aluviales, marinas, denudativas, estructurales y lacustres. Las colinas denudativas han sido desarrolladas sobre rocas sedimentarias de la edad Terciaria, plegadas y falladas, en tanto que los depósitos cuaternarios forman planicies aluviales y deltaicas, ligeramente onduladas (Aguirre, 1994).

3.3.1 Llanura costera entre Tolú y Coveñas

Conformada por una planicie levemente inclinada y ondulada, con una extensión que llega a ser superior a los 10 km. En ella no se observan procesos erosivos, sólo algunos humedales. Separándola de la costa se encuentran franjas angostas de manglar, algunas

lagunas costeras en proceso de colmatación como la Ciénaga La Caimanera, complejos de cordones litorales y antiguas barras litorales. Las playas alcanzan máximo 10 m de ancho y son afectadas por procesos de erosión litoral. Sólo en algunos sectores la construcción de una serie de espolones, distribuidos en forma irregular, ha disminuido un poco su retroceso.

El análisis de la pérdida de las playas en el sector de Tolú establece que las arenas transportadas desde el norte del Golfo de Morrosquillo, por la corriente litoral, alcanzan aproximadamente el área de Tolú, en tanto que debido a la localización del delta de Tinajones y al oleaje dominante en esta zona, las arenas gruesas y medias, provenientes del río son llevadas hacia el oeste y no alimentan el litoral entre las bahías de Cispatá y Tolú. Las arenas finas son transportadas hacia Coveñas bajo la acción de las corrientes marinas, en época de poco oleaje, lo que implica un déficit de sedimentos en el litoral entre punta Bello y la boca de la Ciénaga La Caimanera (Mapa 7).

Zona de influencia actual y antigua del río Sinú

Robertson (1989) reporta que desde el Holoceno tardío se han formado siete deltas asociados al río Sinú, de los cuales se encuentran en el departamento de Córdoba: José Manuel, Cispatá y Tinajones. Como prueba de ello se ha encontrado que existe una multitud de cauces fluviales abandonados desde el Holoceno Medio, paralelo al río actual. Se describen a continuación los tres deltas mencionados, una unidad de cordones litorales antiguos al sureste de San Bernardo y la llanura aluvial del río Sinú.

- **Cordones litorales antiguos**

Se localizan al sureste de San Bernardo del Viento y cercanos a las playas de esta misma localidad. Conformados por depósitos arenosos, con alturas entre 1.5 y 3 m con respecto al cinturón de meandros del Sinú, por lo que normalmente no sufren inundaciones (Mapa 7).

- **Planicie aluvial activa del Sinú**

Comprende una serie de unidades producto de la evolución del cauce del río Sinú. Desarrolla un sistema meándrico con tendencia general a desarrollarse sobre su margen izquierda y una serie de escarpes de hasta 3 m de alto, ocasionados por el socavamiento de las orillas. El cauce está bordeado en gran parte de su recorrido por un sistema de diques naturales, detrás de los cuales hay depresiones pantanosas. Los depósitos de barras puntuales, formados dentro de los meandros abandonados por el río o cortados artificialmente, son ampliamente utilizados en la agricultura (Mapa 7).

- **Delta de Tinajones**

Formado por tres brazos del actual cauce del río Sinú, que se extienden en sentido nornoroeste. El estudio multitemporal de fotografías aéreas e imágenes de satélite muestra un crecimiento continuo del delta, lo que ha proporcionado a los habitantes de la zona nuevas tierras para el cultivo (diques naturales) y la ganadería; además ha propiciado la formación de pantanos de manglar (Figura 3.2).

Esta zona está sometida a procesos de acreción costera, con un promedio de 0.5 km² por año. Superficies de aplanamiento y colinas denudativas al occidente de San Bernardo del Viento. Colinas con cimas planas, remanentes de una superficie de aplanamiento, terrazas marinas levantadas y moderadamente disectadas, y algunos cordones estructurales formados sobre rocas terciarias, conforman la geomorfología de esta región. En ella los procesos erosivos que se observan son erosión superficial laminar y en surcos, erosión por caminos y por sobrepastoreo, con formación de terracetas.

3.3.2 Llanura costera al noroeste de San Bernardo del Viento

Conformada por complejos de cordones litorales y depresiones pantanosas que se presentan en varios cuerpos alargados en sentido este-oeste; terrazas marinas por abrasión, acumulación y coralinas, que ofrecen una moderada resistencia a los procesos erosivos, y volcanes de lodo cuyas eventuales explosiones y procesos de deformación asociados representan una amenaza (Figura 3.3).

A lo largo de la línea de costa se han considerado altamente erosivos los sectores donde la presencia de bajos arrecifales genera refracción del oleaje y concentran su energía, produciendo una erosión estimada de 10 a 15 m/año (Mapa 7).

Cordones litorales antiguos

Se localizan entre Lorica y San Bernardo del Viento, en lo que se ha denominado el antiguo delta de José Manuel y cercanos a las playas de esta misma localidad. Conformados por depósitos arenosos, con alturas entre 1.5 y 3 m, con respecto al cinturón de meandros del Sinú y con pendientes menores de 2°. En ellos no se observan procesos erosivos, pero sí zonas mal drenadas. Varían en edad desde 5000 hasta menos de 2000 años (Aguirre, 1996) (Mapa 7).

3.3.3 Planicie aluvial activa del Bajo Sinú

Las unidades geomorfológicas menores asociadas a la planicie aluvial son las siguientes:

Meandros

Se desarrollan a lo largo de la llanura aluvial, principalmente sobre su margen izquierda. Las orillas externas de los meandros son con frecuencia sitios de erosión, como es el caso del ubicado en cercanía de San Bernardo del Viento, que afectó la vía de acceso a esta población, lo que ha implicado la necesidad de cortarlos artificialmente. Cuando el río cambia de rumbo, los antiguos meandros (*oxbow lakes*) se van rellenando o son preservados como zonas de acumulación de agua.

Figura 3.2 Geomorfología general de la franja litoral Tinajones-Bahía Cispata. A) Panorama general del sector mostrando el complejo estuarino y de manglares al este del Delta de Tinajones, el lóbulo de acreción de Tinajones y la línea de costa hacia el suroeste, conformada por cordones de playa (CP) anclados a puntas rocosas resistentes (imagen Landsat, 1999). B) Acercamiento a los sectores del delta de Tinajones-Bahía Cispata, mostrando la ruptura por el mar de las ciénagas frontales (Mestizos y Honda) (imagen Landsat, 2000).

Figura 3.3 Zona costera San Bernardo del Viento.

Depresiones pantanosas (*backswamp*)

Se extienden sobre la margen izquierda del río, entre La Doctrina y San Bernardo del Viento. Son áreas mal drenadas, con pequeñas ciénagas y propensas a acumular agua durante los períodos de crecidas del río, debido a que están parcialmente encerradas por diques naturales actuales o antiguos. En la margen derecha las depresiones no existen y se encuentra más bien una terraza aluvial, llamada por Aguirre (1996) terraza de Cispata, localizada al norte de La Doctrina, ésta no está sujeta a inundaciones.

Delta de Tinajones

Formado por el actual cauce del río Sinú, el delta de Tinajones se divide en tres brazos a la altura del punto de avulsión ubicado en el caserío Rodrigo Castillo. Tiene una forma característica de 'pata de ave' (*birdfoot*), típica de delta desembocándose en un mar de poca dinámica. De hecho, la marea en este sector del Caribe es del rango micromareal (amplitud inferior a 1 m) y las olas de mayor fuerza (las generadas por los vientos Alisios) se ven amansadas por los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo.

El estudio multitemporal de fotografías aéreas e imágenes de satélite mostró un crecimiento continuo del delta, lo que ha proporcionado a los habitantes de la zona nuevas tierras para el cultivo y la ganadería. Ya en la década de los años 90 se estimaba un crecimiento del orden de 0.5 km² por año desde el inicio del nuevo delta (Robertson, 1989).

Diques naturales (*levées*)

Se forman por el desbordamiento de las aguas de los distributarios que traen consigo sedimentos y acumulándose en sus orillas. Se localizan a lo largo de los tres brazos (distributarios) del delta actual. Estos diques son de extensión variable y de poca altura (inferior a 1 m); sin embargo, tienen buen drenaje, lo que permite que sean utilizados para la agricultura.

Barras

Se forman en la desembocadura de los distributarios debido a la alta carga de sedimentos que allí se depositan, como resultado de la disminución de la velocidad del flujo de agua dulce cuando el río llega al mar. Por lo general, las barras se desarrollan hacia ambos lados de las bocas. Están constituidas esencialmente por arena. Barras y llanuras mareales se van construyendo a medida que crece el delta. Esas barras, sin embargo, cambian su posición o su forma de acuerdo con el régimen del río y la dinámica del mar en el sector de la desembocadura (Mapa 7).

Pantanos de manglar o llanuras mareales

Cubren gran parte del delta y se encuentran relativamente bien preservados. En los sitios donde el mangle ha sido talado muy cerca de las playas se observan complejos de cordones litorales y depresiones pantanosas (*swamps*), definidos en las fotografías aéreas por la alternancia de vegetación de pastos con hileras de manglar (Franco *et al.*, 1992) (Mapa 7).

3.3.4 Sector costero acantilado

Entre Punta Manzanillo (frente a Isla Fuerte), al norte, y Punta Arboletes (frente a Isla Tortuguilla), al sur, el litoral presenta geomorfología muy particular, pues el principal rasgo morfológico corresponde a la multiplicidad de acantilados constituidos principalmente por terrazas de lodos hemipelágicos, con playas estrechas interrumpidas por salientes rocosas, todo sometido visiblemente a erosión intensa debida a la acción del mar (Figura 3.4).

Figura 3.4 Costa acantilada en el sector de Cristo Rey, Córdoba.

A partir de Cristo Rey, hacia el sur, no hay llanura extensa, ni cordones, ni lagunas detrás del litoral, puesto que las colinas de la serranía de Las Palomas son muy cercas. La topografía compleja que resulta tanto de los fenómenos tectónicos como diapíricos genera la multiplicidad de los ríos (Cedro, Mangle, Prieto, Canalete, Córdoba), cada uno con su cuenca de poca extensión y desembocan directamente en el mar (Mapa 7).

Aquí la plataforma continental es más estrecha que frente al Golfo de Morrosquillo, tiene unos 40 km de ancho, con un borde externo ubicado entre 85 y 95 m de profundidad. Además de Isla Fuerte e Isla Tortuguilla, la topografía de los fondos presenta unos bajos de origen probablemente diapírico.

3.3.5 Unidades geomorfológicas del litoral del departamento de Córdoba

La zona costera del departamento de Córdoba presenta dos sectores geomorfológicos diferentes: uno de llanura con playas relativamente extensas que corresponde a la franja litoral del delta del río Sinú, al norte, y otro de acantilados con playas reducidas, constituido por una serie de puntas y terrazas arrecifales erodadas por el mar, que se extienden por todo el litoral desde Punta Manzanillo (frente a Isla Fuerte) hasta Puerto Rey (Punta Arboletes), al sur. Ambos sectores están separados por la Bahía Cispatá y el delta del río Sinú. Varias unidades geomorfológicas se encuentran en cada uno de los sectores.

3.3.5.1 Cordones litorales

En la franja costera al sureste del delta del río Sinú, los cordones litorales se extienden al interior del continente en forma alargada, subparalelos a la línea de costa actual y, con frecuencia, separados de ésta por pantanos de manglar. Los cordones alcanzan alturas de 1 m en promedio y están compuestos por material

arenoso o areno-gravoso, mientras que los pantanos de manglar en los alrededores están sujetos a sedimentación fina orgánica.

Estos cordones se encuentran principalmente desde Coveñas hasta el este de Punta Manzanillo. A lo largo y ancho del sector conocido como Playa Venados y Playa del Viento forman un complejo con los pantanos traseros (*backswamp*), que corresponden a zonas deprimidas rellenas por material lodoso.

Los cordones litorales son de gran importancia dentro de la historia evolutiva de la línea de costa, puesto que representan vestigios de posición de playa. A lo largo del litoral cordobés se les conoce como islas por encontrarse siempre rodeados por pantanos de manglar, y entre 50 cm y 1 m por encima del nivel del agua del pantano. La pendiente del cordón del lado mar es mayor (alcanza hasta 15°) que la del lado opuesto y, con frecuencia, es el sitio de bioturbación por parte de los cangrejos.

Los cordones litorales del caño La Balsa y El Chiqui presentan muy poca altura (50 cm), pero son fácilmente reconocibles en las fotos aéreas por la diferencia en la vegetación del cordón (especies sembradas o no como: cocos, mangos, robles, ceiba) y la zona deprimida trasera (manglar) (Figura 3.5, Mapa 7).

Figura 3.5 Presencia de cordones litorales a lo largo de Playa Venados en el departamento Córdoba.

3.3.5.2 Lagunas costeras

En el litoral del departamento las lagunas costeras (o ciénagas) son de poca extensión y, en su mayoría, tienen sus orillas cubiertas por manglar. Corresponden a áreas deprimidas ubicadas detrás de las playas. Sus aguas, de poca energía hidrodinámica, son sitios de sedimentación fina (arcilla principalmente) y altamente orgánica en caso de presencia de manglar. Lagunas y ciénagas son numerosas y se localizan a lo largo de la costa del Golfo de Morrosquillo.

Algunas tienen conexiones por caños naturales o construcciones hechas por el hombre. Sus formas, con frecuencia alargadas detrás de la playa y paralelas a ella, tienen relación directa con el modo de construcción progresiva de la zona costera del golfo durante el Cuaternario. Desde el punto de vista geológico, son ambientes costeros muy recientes puesto que fueron construidos durante el Holoceno (últimos diez mil años).

Las lagunas costeras se encuentran presentes en todo el litoral del departamento, en especial en las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge (Figura 3.6). Abarcan aproximadamente 110 000 ha y sirven a más de 150 000 habitantes que viven en sus alrededores. No obstante, sus recursos y la influencia en el desarrollo social y cultural se ha visto reducida por el deterioro progresivo en que se encuentran (Figura 3.7). Las ciénagas más importantes son Ayapel (40000 ha), Ciénaga Grande (38000 ha), Betancí (3250 ha), Martinico (2000 ha), El Arcial (2000 ha), El Porro (1500 ha), Cintura (1000 ha), y Corralito (728 ha) (Mapa 7).

3.4 Caracterización del uso del suelo

Los suelos del valle del Sinú son fértiles, por lo general profundos, de buena textura, contienen porcentajes aceptables de los minerales más importantes para el crecimiento

de las plantas y mantener la tierra fértil. Los mejores suelos que abarcan la mayor parte del valle son los llamados aluviones recientes. Las características de su drenaje varían desde muy buenas a deficientes en algunas áreas.

En los terrenos bajos, sometidos a inundaciones prolongadas, los suelos contienen más arcilla y por consiguiente su porosidad es inferior a la que presentan los terrenos más elevados, con mejores desagües naturales (Figura 3.8). Las limitaciones más importantes para la producción están asociadas a los planos de inundación y las zonas montañosas de extrema pendiente.

Figura 3.6 Laguna costera El Porro, litoral del departamento Córdoba.

Figura 3.7 Algunas lagunas costeras del litoral del departamento de Córdoba presentan desarrollo de manglar, Ciénaga Grande.

Figura 3.8 Ejemplo de zonas inundables con alto contenido de materia orgánica y arcilla.

3.5 Distribución del suelo

Las 2502 060 ha que tiene Córdoba por uso del suelo se distribuyen así: 209 400 ha (8.36 %) son agrícolas, 1580 600 ha (63.17 %) pecuarias, 600 000 ha (23.98 %) forestales, 112 060 ha (4.47 %) corresponden a otros usos (ciénagas, humedales y ríos). La potencialidad agropecuaria sobrepasa el 75 % del área depar-

tamental. De los más de dos millones y medio de hectáreas de suelo cordobés 390 mil hectáreas (19 %) se consideran tierras con menores limitaciones para usos agrícolas.

Estos suelos tienen vocación agrícola de cultivos transitorios con necesidades de riego. Incluyen planicies periódicamente inundables. Los suelos con fuertes limitaciones ocupan en conjunto el 60 % e incluyen pantanos y tierras con vocación para ganadería semi-intensiva, alternada con cultivos transitorios y semi-permanentes.

La mayor parte de áreas no pantanosas se ubican en las colinas; las tierras forestales sin ningún potencial agropecuario llegan al 21 %. Se tiene conocimiento integral de las características hidrológicas y se hace seguimiento y control a los pozos existentes en el centro-oriente del departamento, abarcando una extensión de 6500 km², denominado sistema hidrológico del departamento de Córdoba (Mapa 8).

Capítulo IV

Caracterización físico-biótica del Golfo de Urabá

Ensenada de Sapzurro, Golfo de Urabá.

Citar este capítulo como:

Orozco, F. 2009. Caracterización físico-biótica del litoral del Golfo de Urabá. Pp. 73-85. En: DIMAR-CIOH. 2009. Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano. Tomo II. Dirección General Marítima-Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 2. Cartagena de Indias, Colombia. 100 Pp.

La presente caracterización se basó en los informes de los proyectos: ‘Lineamientos Estrategias de Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera del Darién’, ‘Atlas del Golfo de Urabá, una Mirada al Caribe de Antigua y Chocó’, ‘El Caribe Antioqueño, entre los Retos de la Geografía y el Espíritu Paisa’ e ‘Introducción al Problema de la Erosión Litoral en Urabá (sector Arboletes), Costa Caribe Colombiana’, efectuados por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeros “Benito Vives de Andreis” (INVEMAR), la Gobernación de Antioquia, la Corporación Autónoma Regional de Urabá (Corpourabá), la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó (Codechocó) y el Banco de la República (Banrepública).

4.1 Localización general

La zona costera del departamento de Antioquia limita al norte con el departamento

de Córdoba ($8^{\circ}53'18.1''\text{N}$ y $76^{\circ}25'07.7''\text{W}$); al sur cubre los municipios de Arboletes, San Juan de Urabá, Necoclí y Turbo, en el departamento de Antioquia, y los municipios de Unguía y Acandí, en el departamento del Chocó. Limita con Panamá en el sitio denominado Cabo Tiburón, ($8^{\circ}40'50.9''\text{N}$ y $77^{\circ}22'26.3''\text{W}$). El Urabá antioqueño tiene una extensión de 11664 km^2 y ocupa el 18.5 % de la superficie del departamento (INVEMAR *et al.*, 2008) (Figura 4.1).

4.2 Caracterización geológica

Según estudios de Ingeominas (1995), tectónicamente el extremo noroccidental de Colombia se caracteriza por presentar una alta actividad, producto de la convergencia de las placas Caribe, Nazca y Suramérica. Las estructuras presentes en esta zona son producto de la historia evolutiva y de la interacción entre estas placas. Las fallas principales dentro del área de interés son:

Figura 4.1 Localización general de la zona costera del Golfo de Urabá.

Falla de Murindó

Presenta una extensión aproximada de 90 km con dirección norte-sur; afecta rocas con edades desde el Cretáceo hasta el presente. Esta falla presenta un movimiento sinextral, producto del movimiento de la placa Caribe hacia el sureste (Martínez *et al.*, 1995. En: Ingeominas, 1995).

Falla de Uramita

Se localiza hacia la zona este del Golfo de Urabá y se extiende hacia el sur, con una dirección aproximada norte-sur. Esta falla presenta actividad reciente (Woodward & Clyde. En: Ingeominas, 1995).

Falla Atrato

En la actualidad no se tiene certeza acerca del carácter de esta estructura, ya que su actividad aún no ha sido comprobada (Martínez *et al.*, 1995. En: Ingeominas, 1995).

4.3 Caracterización geomorfológica

De acuerdo con las características geomorfológicas de la región del Golfo de Urabá,

las unidades que definen el perfil costero se clasifican en costas bajas y costas elevadas (García-Valencia, 2007).

4.3.1 Unidades geomorfológicas asociadas a costas bajas

Playas

Mediante la construcción de espolones entre Arboletes y el río Hobo se da lugar a la formación de playa en forma de uña, que se amplía hacia el oriente hasta la margen izquierda del río Volcán. Entre San Juan de Urabá y Zapata, al interior de la Bahía Sabanilla, las playas son angostas pero estables (Correa y Vernet, 2004). En dirección a San Juan de Urabá el sector presenta pequeñas bahías acorazonadas de unas pocas decenas de metros de diámetro. Frente a Damaquiel las playas son estrechas acumulaciones de arena sobre la zona de erosión pero, en la época de verano, aquella acumulación somera de arena desaparece. Varios espolones han sido construidos, como en Damaquiel y Uveros, con el objeto de estimular la sedimentación y la formación de playa.

Figura 4.2 Playa de Necolí (Tomado del Atlas del Golfo de Urabá, 2007).

Hacia los sectores del Totumo y Necoclí (Figura 4.2) las playas, aunque sufren serios problemas de transporte de sedimentos, tienen gran importancia para el turismo. Al sur de Turbo (figuras 4.3 y 4.4), desde Bahía Colombia y hasta la desembocadura del Atrato, las playas son escasas y de dimensiones reducidas, alternando principalmente con pantanos de manglar. En el sector noroeste del Golfo de Urabá las playas más amplias son La Playona y la de la Bahía de Acandí.

Entre la boca del río Mulatos y el corregimiento de Zapata existe un frente de playa de 300 m de longitud, formado por la

Figura 4.3 Playa en cercanías al municipio de Turbo, donde se observa la construcción de obras de protección costera para mitigar la erosión del lugar.

Figura 4.4 Playa al sur de Turbo, en la cual se aprecia gran escasez de arena debido al poco transporte de sedimentos del lugar.

construcción de tres espolones. La playa entre Punta Caribaná y la vega aluvial del río Mulatos, llamada playa de La Cabaña, tiene una extensión de 12 km y una amplitud media de 30 m. A partir de Punta Arenas del norte se forma una amplia playa favorecida por refracción de las olas en Punta Caribaná y el aporte de sedimentos del río Mulatos. La Ensenada de Río-negro ha sido formada por dos espigas (García-Valencia, 2007).

Llanuras o pantanos de manglar

Se encuentran hacia el río Atrato (Figura 4.5), constituidas completamente por pantanos colonizados por manglar y numerosas ciénagas. Se extienden hasta el delta del Atrato. Otras zonas menos extensas se desarrollan a lo largo de la costa oriental del Golfo de Urabá, siempre asociadas a los deltas de los ríos Caimán Viejo, Caimán Nuevo, Turbo, Guadualito, Currulao y León (García-Valencia, 2007).

Planicie aluvial

Los cuerpos aluviales son el resultado del transporte de material proveniente de las colinas terciarias, depositados en forma de conos aluviales; estos se ubican al sur del Golfo de Urabá, en Bahía Colombia, se evidencian por el tipo de rocas blandas y la alta pluviosidad de la zona. Estos forman franjas con orientación norte-sur, desde la Ciénaga de Marimonda hasta los ríos Caimán Nuevo y Punta de Piedra (García-Valencia, 2007).

La planicie aluvial del río Atrato tiene gran longitud y amplitud, y está localizada en el centro a lo largo del eje del valle. Es prácticamente plana en toda su extensión y está sólo a algunos metros sobre el nivel del mar en las zonas marginales. Esta planicie es en gran parte un pantano permanente, con muchas ciénagas y charcos. En su desembocadura, el río Atrato forma un delta extendido en la porción ubicada al suroeste del Golfo de Urabá (García-Valencia, 2007).

Figura 4.5 Pantano de manglar en cercanías a Turbo (Tomado del Atlas del Golfo de Urabá, 2007).

Zonas de inundación

Según García-Valencia (2007), las zonas inundables se localizan al norte, en la región donde se encuentra la ciénaga El Salado. Al sur de Bahía Colombia y en el interior del delta del río Atrato las regiones de inundación se alternan con pantanos de manglar, canales y lagunas.

Espigas

La espiga se presentan en el costado oriental del Golfo de Uraba, orientadas hacia el sur por la deriva litoral predominante hasta la espiga de Turbo (Correa y Vernet, 2004). Esta espiga, donde se encuentra Punta Las Vacas, tiene una longitud de 3 km, un ancho promedio de 800 m y es de formación reciente. La nueva espiga de Turbo, al norte, actúa como un espolón interrumpiendo el transporte litoral del material que viene del norte. Al sur del delta, la antigua espiga de Turbo experimenta erosión, debido al déficit de sedimentos que se quedan atrapados en el delta y a la fuerte incidencia oblicua del oleaje en la zona (García-Valencia, 2007) (Figura 4.6).

4.3.2 Unidades geomorfológicas asociadas a costas altas

Terrazas marinas

Son, según García-Valencia (2007), superficies levemente inclinadas formadas por deposición marina, se encuentran entre 0.5 y 35 m de altura sobre el nivel del mar, en el sector comprendido entre las puntas Caribaná y Arboletes. Hacia la costa, entre Arboletes y San Juan de Urabá las terrazas marinas definen el perfil costero con un talud vertical de altura variable del orden de 15 m o más, con un litoral de aspecto acantilado. El tramo más amplio de esta superficie aterrizada se encuentra entre Arboletes y Punta Gigantón, con una amplitud de 5 km antes de encontrar las colinas.

En Zapata, la terraza que tiene una altura aproximada de 6 m aumenta hasta alcanzar los 15 m en Punta Gigantón. Esta altura se mantiene constante entre Sabanilla y la boca del río Damaquiel; al occidente de ésta disminuye bruscamente casi al nivel de más alta marea. Entre Damaquiel y Uveros la terraza aumenta a 15 m en la margen izquierda de la boca del río

Figura 4.6 Imagen de radar (1999) donde se muestra la gran espiga de Turbo y al norte la espiga de Punta Yarumal formada por la desembocadura actual del río Turbo, los puntos blancos indican la posición aproximada de la línea de costa del año 1946.

Figura 4.7 Terraza marina entre Damaquiel y Uveros, la cual presenta alturas de 15 msnm.

Figura 4.8 Terraza marina en el sector de Punta Arboletes, la cual presenta grandes signos de erosión.

San Juan (Figura 4.7), para llegar a 36 m en punta San Juan (García-Valencia, 2007).

Entre las puntas San Juan y Arboletes la altura de la terraza disminuye de manera regular, desde 36 m hasta 0.6 m en Punta Arboletes, con una discontinuidad de 5 m aproximadamente en el Río Hobo. Al occidente del río Volcán la erosión marina afecta el escarpe de la terraza (Figura 4.8).

Terrazas marinas de origen coralino

Se presentan como antiguos niveles de estancamiento de mar, periodo aprovechado para el crecimiento de las colonias de corales. Cerca de Aguacate, Capurganá y Sapzurro se aprecia una plataforma coralina elevada 2 m por encima del nivel del mar (Figura 4.9). Localmente este nivel coralino está cubierto de depósitos coluviales provenientes de las colinas cercanas de la serranía del Darién (García-Valencia, 2007).

Colinas y montañas

Poseen una topografía relativamente suave, con una elevación de más de 15 m de altura sobre la llanura costera. Las zonas colinadas al oriente del golfo están medianamente plegadas, formando sinclinales amplios y anticlinales estrechos con alturas entre 30 y 200 m. Conforman al oriente una franja conti-

Figura 4.9 Terraza marina de origen coralino en Capurganá.

nua que va desde Turbo hasta Punta Caribaná, donde alcanzan la línea de costa al igual que en La Desgracia, Piedra, Gigantón, Sabanilla, Damaquiel, San Pedro y Arboletes, dejando pilares formados por el acción marina. Al oeste de Bahía Cevera hasta Cabo Tiburón se destaca una secuencia de rocas intrusivas de Edad Terciaria y de rocas sedimentarias fuertemente plegadas, formando un rasgo típico de acantilado (García-Valencia, 2007).

Diapiros y volcanes de lodo

En la zona norte de Urabá se han reconocido numerosas manifestaciones superficiales importantes de diapiroismo. La mayor y la más septentrional de ellas, el volcán de lodo de Arboletes, tiene una altura aproximada de 15 m por encima de la terraza marina y un diámetro aproximado de 200 m. La acción de las olas ha erosionado la terraza, dejando al descubierto el depósito de lodo acumulado por el volcán en un escarpe de 5 m de altura. Esta erosión ha dado lugar a un

retroceso de 50 m de la línea de costa en los últimos veinte años (García-Valencia, 2007) (Figura 4.10).

4.4 Caracterización de la cobertura vegetal

Según estudios de INVEMAR *et al.* (2008) la cobertura vegetal de la zona litoral del Golfo de Urabá se divide en cinco tipos:

- Bosques de manglar.
- Bosques inundables.
- Vegetación acuática.
- Bosque húmedo no inundable.
- Rastrojos.

4.4.1 Bosques de manglar

La extensión de manglar es de 6993 ha, de las cuales el 89 % (6258 ha) se encuentran en el municipio de Turbo. Se presentan las cuatro especies de manglar típicas del Caribe colombiano, destacándose por su abundancia de mangle rojo y por su distribución localizada

Figura 4.10 Volcán de lodo de Arboletes. (Tomado de : http://lh5.ggpht.com/_PpNzuROL1X4/R1WaqZ1C1rl/AAAAAAAAAwg/eTxGrYbO-GY/DSC00652.JPG).

el mangle piñuelo, principalmente en la Bahía de Marirrio como en los manglares aledaños a Punta Coquito.

La mayor extensión de manglar se localiza en las bocas del río Atrato, seguida de la Punta de Las Vacas, la espiga de Turbo y algunos relictos en la zona sur de Turbo (Corpourabá, 2005. En: INVEMAR *et al.*, 2008; Sánchez-Páez *et al.*, 1997. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

Las asociaciones más conspicuas, como las de bocas del Atrato, se caracterizan por un predominio de mangle rojo, asociado a especies como el arracacho (*Montrichardia arborescens*), helechos (*Acrostichum aureum*) y vegetación flotante. En algunos sectores entre las especies de manglar se encuentran otras especies como las palmas (*Euterpe sp.* y *Raphia sp.*), el guiño (*Carapa guianensis*) y el

uña de gato (*Macfadyena ungiscati*), entre otras. En la parte posterior del manglar en general se presenta un bosque mixto con presencia de las palmas naidí (*Euterpe sp.*) y pangana (*Raphia taediguera*), y aserrín (*Pentacletra macroloba*), asociados con especies tales como: ceiba (*Ceiba sp.*), caidita (*Nectandra sp.*), aceite (*Callophyllum sp.*), y salero (*Pachira acuatica*).

Hacia El Roto se asocia con especies como el roble (*Tabebuia sp*) y almendro (*Terminalia catapa*). En el sector oriental de Turbo, el manglar está conformado por la asociación de tres especies: mangle rojo, mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro.

Para el manejo y control de su aprovechamiento el INVEMAR realizó el estudio de

zonificación y caracterización de los manglares del Golfo de Urabá, estableciendo tres categorías de manejo: áreas de recuperación, conservación y uso sostenible. Posteriormente, en el año 2005, la institución en conjunto con el municipio de Turbo y el Consejo Comunitario de Bocas del Atrato, elaboraron el 'Plan de Manejo Integrado de los Manglares del Golfo de Urabá y Mar Caribe Antioqueño', teniendo en cuenta las directrices de la zonificación y caracterización realizada previamente.

Con relación a los resultados de la zonificación y caracterización se destacan los aspectos distintivos de los bosques de manglar en los diferentes sectores del Golfo de Urabá. La información se presenta resumida a través de la división del área en cuatro sectores como son: Bocas del Atrato, sector oriental del municipio de Turbo, costa del municipio de Necoclí y de los municipios de San Juan y Arboletes. Para cada uno de estos se indican los diferentes sitios donde se registró el manglar y las respectivas categorías asignadas para su manejo.

Con respecto a las áreas de uso sostenible del Roto, Bocas del Atrato y Leoncito, el Plan de Manejo Integral contiene los fundamentos y estrategias para su manejo y aprovechamiento. Las comunidades locales de estos dos consejos comunitarios usan el manglar con fines domésticos, extrayendo madera para la adecuación y construcción de viviendas, para la elaboración de curvas para embarcaciones y para leña. Sin embargo, en el área se presenta extracción ilegal de madera con fines comerciales, por parte de personas ajenas a las comunidades (Corpourabá, 2005. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

El aprovechamiento se realiza sobre árboles de diámetros entre los 8 y 15 cm para suplir las necesidades de varas, pilotes y estaciones en el mercado local. El Plan de Manejo Integral expone que dadas las condiciones fitosanitarias del bosque, el producto potencial a extraer es madera para la elaboración de carbón vegetal y en menor medida madera para aserrío. Asimismo, establece un ciclo de corte

de 19 años, encontrándose un volumen disponible para aprovechar por año de 30.11 m³/ha en el caso de madera destinada a la elaboración de carbón y 9.01 m³/ha para madera de aserrío, estableciendo como intensidad de corte el 44 % (Corpourabá, 2005. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

En segunda instancia el Plan de Manejo Integral presenta las acciones y medidas requeridas para el manejo de las áreas de conservación y recuperación, en el Golfo de Urabá y mar caribeño, entre las que se encuentran las medidas de mitigación de impacto para la conservación de la biodiversidad, los suelos y recursos hídricos, así como una propuesta para el monitoreo ambiental de las áreas de manglar sujetas a aprovechamiento (Corpourabá, 2005. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

4.4.2 Bosques inundables

Conformados por las formaciones vegetales presentes en las zonas pantanosas adyacentes al río Atrato y hacia tierra firme en el municipio de Turbo, donde sobresalen por su dominancia los bosques de catival y panganal; y en sectores que rodean las ciénagas de La Mari-monda y El Salado en el municipio de Necoclí.

Los panganales se encuentran sobre áreas inundadas y en áreas estables de la ribera del río Atrato. La especie principal es palma pangana (*Raphia taedigera*), junto a la cual se encuentran otras como cativo (*Prioria copaifera*), caracolí (*Anacardium excelsum*), suán (*Ficus dendrocida*), sangregao (*Montrichardia arborescens*), chachafruto (*Erythrina fusca*) y guarumo o yarumo (*Cecropia burriada*), conformando un estrato arbóreo más apreciable a lo largo de las riberas del río Atrato (Rodríguez, 1982. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

Los cativales están constituidos por una comunidad vegetal cuya especie predominante es el árbol cativo (Linares-Prieto, 1988. En: INVEMAR *et al.*, 2008). Se presentan especies de alto valor comercial como el sangregao, palo de aceite (*Pentaclethra maculosa*), nazareno (*Peltogyne sp.*), quebracho (*Astronium graveo-*

lens), alcornoque (*Mora oleifera*), Guiño y roble rosado (*Tabebuia rosea*), junto con comunidades de arracacho (*Montrichardia arborescens*).

Este ecosistema se presenta en el sector occidental del municipio de Turbo, sobre la llanura aluvial de los ríos Atrato, León y Suriqui, en pequeños remanentes (Rodríguez, 1982. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

La explotación intensiva del recurso forestal (cativo, principalmente) se realizó entre la cuenca hidrográfica del León, el Atrato y el Suriqui hasta agotar parte de la riqueza forestal de esta área. De la misma manera, la potrerización, los incendios forestales y la colonización espontánea permanente han diezmado la riqueza natural que dominaba toda la llanura aluvial del río León.

Actualmente la actividad es menor, puesto que Pacheco *et al.*, (2005) (En: INVEMAR *et al.*, 2008) afirman que para el año 2005 no se observó actividad forestal de índole comercial y, por el contrario, registraron una significativa área boscosa localizada entre las veredas de Los Manatíes, La Pola y La Primavera.

Los bosques inundables que rodean las ciénagas de La Marimonda y El Salado, aunque han sido ampliamente talados, aún subsisten con parches de áreas boscosas que son de tipo tropófilo. Esta vegetación se caracteriza por el número de árboles de gran tamaño, de hojas caducas y algunos con raíces tabulares o bambas para adaptarse a los terrenos anegados. Las especies más características de los bosques son: palma amarga (*Sabal mauritiformis*), jobo (*Spondias bombin*), roble rosado, guásimo (*Guazuma ulmifolia*), palma de vino (*Scheelea sp.*), totumo (*Crescentia cujete*), ceiba bonga (*Ceiba pentandra*), cedro (*Cedrela odorata*), chirimoyo (*Anona sp.*), ceiba blanca (*Hura crepitans*), higuerón blanco (*Ficus sp.*), bijao (*Heliconia sp.*), laureles (*Ocotea sp.*) y arracacho, entre otras (Botero, 1999. En: INVEMAR *et al.*, 2008).

4.4.3 Vegetación acuática y/o flotante

Dentro de esta denominación se encuentran los helechales, herbazales, arracachales y vegetación flotante presente en las áreas inundables, de aguas salobres y desembocaduras de ríos como en las bocas del Atrato.

El arracachal es definido por (Linares, 1988. En: INVEMAR *et al.*, 2008) como una asociación hídrica, casi permanente inundada (de nueve a más meses al año) por aguas dulces y salobres, en donde la especie dominante es el arracacho el cual se puede encontrar en asociación con especies como naidí (*Euterpia precaria*), nolí (*Elaeis quianesis*) y búcaro (*Erythrina fusca*), entre otras. Este ecosistema se ubica principalmente en zonas de deposición en las márgenes del río Atrato, en suelos limosos antecidos por lo general de vegetación halófila flotante.

Los helechales hacen parte de un ecosistema de singular importancia para la zona, formando colchones protectores y receptores de aguas en diferentes sectores de la costa. En la ensenada de Ríonegro el ecosistema está compuesto por una asociación de helechos, principalmente helecho de manglar (*Acrostichum aureum*), junto con arracachales y algunos pastos y vegetación flotante. En las bocas del Atrato esta cobertura está representada por helechales y arracachales, asociados con la enea y vegetación halófila flotante.

Entre la vegetación flotante se encuentran especies como oreja de mula (*Eichornia azurea*) y lechuga (*Pistia striatiotes*), las cuales contribuyen a formar los denominados 'tapones' de los ríos o caños tributarios del río Atrato, especialmente durante el período de lluvias; donde por el incremento en el nivel de las aguas se produce el 'destaponamiento' hacia el cauce principal del Atrato, formando a menudo islotes o islas de vegetación flotante que se dirigen hacia el sur (Rodríguez, 1982 En: INVEMAR *et al.*, 2008).

4.4.4 Bosque húmedo no inundable vegetación arbórea

INVEMAR (2008) define la vegetación arbórea por alturas entre 6 y 12 m en promedio, con una cobertura arbórea que varía en densidad y estado de conservación, el cual es en promedio regular. Se distinguen tres diferentes asociaciones de especies, cuya localización varía de acuerdo a las condiciones del área:

Primera asociación de especies: acacia (*Albizia sp.*), cedro macho (*Guarea aligera*), guiño, roble y lechoso (*Brosimum utile*), entre otras.

Segunda asociación de especies: *Bombacaceas*, *Melastomataceas* y *Euphorbiaceas*, principalmente.

Tercera asociación de especies: bambudo (*Pterocarpus hayesii*), jobo (*Spondias mombin*), higo (*Ficus sp.*), caracolí (*Anacardium excelsum*), cedro (*Cedrela odorata*), indio desnudo (*Bursera simaruba*), yarumo uvo (*Pourouma sp.*), bálsamo (*Myroxylum balsamum*), dorimión (*Pentaclethra macroloba*), roble rosado, membrillo (*Cespedezia macrophylla*), cedrillo (*Calophyllum mariae*) y peine mono (*Apeiba tibourou*).

4.4.5 Rastrojos

Ocurren en los potreros que no están sometidos a ningún uso o manejo, por lo menos durante cinco años, generando un tipo de cobertura formada por especies perennes que alcanzan una altura entre 5 y 10 m y cubren al menos el 50 % de la superficie INVEMAR (2008). Conformados particularmente por especies como: balso (*Ochroma pyramidales*), algodóncillo (*Cochlospermum c.f. vitifolium*) y guarumos o yarumos (*Cecropia spp*); entre otras como: zurrumbos, ceiba bonga, guácimo, camajón, carboneros, zapatos, guacamayos, volanderos, robles, cedros y caracolí, entre otros.

En los rastrojos bajos la cobertura es rotada con potreros y cultivos, con el propósito

de dejar descansar la tierra y permitir el reciclaje de nutrientes provenientes de las plantas que se desarrollan durante la existencia del rastrojo. Las especies predominantes son: verbena, malva, niguitos, asota, pingas, guácimos, cordias, guamos, escoba, babosa y matarratón.

4.5 Caracterización del uso del suelo

Los suelos de los municipios costeros del Urabá se localizan en un área de bosque tropical con aptitudes de uso variadas. Sin embargo, y al igual que en la mayor parte del territorio nacional, se presentan diferencias entre la vocación de uso del suelo y su utilización efectiva.

En cuanto a la predominancia del uso del suelo Pérez (2007) considera para los cuatro municipios costeros del Urabá que la mayor proporción de tierras está dedicada a la ganadería; prácticamente la totalidad del territorio en Arboletes, San Juan de Urabá y Necoclí están dedicados a las actividades pecuarias, dejando una disponibilidad casi nula para actividades agroforestales o de conservación. En el caso de Turbo la situación es un poco distinta, a pesar de ser una muy pequeña proporción, en el municipio se realizan algunas actividades agrícolas y de conservación. Todos estos manejos están claramente relacionados con las características particulares del suelo.

Es importante resaltar la baja fertilidad de la tierra que caracteriza a Arboletes, Necoclí y San Juan de Urabá. Presentan suelos que van de baja a muy baja fertilidad, lo que impide que se realicen actividades agrícolas a gran escala. Turbo es la excepción, gracias a que se encuentra localizado dentro de la zona que comprende la cuenca del río Atrato, la cual recibe una gran cantidad de sedimentos de las cordilleras, dotando a gran parte del municipio y a las demás poblaciones ribereñas de importantes niveles de fertilidad.

En el caso de Turbo, según estudios realizados por Pérez (2007), el 60 % del territorio presenta niveles de fertilidad de moderada a muy alta, mientras que en los tres

municipios restantes este porcentaje no supera el 30 %. Adicionalmente, resulta importante reconocer que si bien en toda la región del Urabá las actividades pecuarias son las más importantes, en Arboletes, San Juan de Urabá y Necoclí éstas constituyen las únicas actividades productivas. En Turbo ha sido posible diversificar la producción gracias a la alta fertilidad de sus suelos.

No obstante, el hecho de que éstas sean las actividades en las cuales los pobladores han observado mayor productividad de sus recursos económicos, esta decisión no necesariamente está acorde con la vocación de uso que le otorgan las propiedades físico-químicas del suelo.

Adicional a lo anterior, preocupa la gran proporción de tierras que deberían destinarse a la conservación que están siendo deforestadas para llevar a cabo actividades pecuarias. Sólo en Turbo parece existir un equilibrio en cuanto a la cantidad de tierras dedicadas que deberían ser protegidas, con respecto a las que efectivamente lo están siendo. Nuevamente es conveniente mencionar que la clasificación de las tierras para su uso potencial se realiza estrictamente según criterios técnicos, mientras que el uso se lo dan los pobladores de acuerdo a su racionalidad económica, según la mejor conveniencia en productividad (Pérez, 2007).

Capítulo V

Nuevas herramientas conceptuales y tecnológicas para la gestión del riesgo

Embate de las olas sobre terrazas con material de origen calcáreo al norte del departamento de Bolívar.

Citar este capítulo como:

Afanador, F. 2009. Nuevas herramientas conceptuales y tecnológicas para la caracterización. Pp. 87-96. En: DIMAR-CIOH. 2009. Caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano. Tomo I. Dirección General Marítima-Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Ed. DIMAR, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 2. Cartagena de Indias, Colombia. 100 Pp.

Los litorales son las zonas en las que confluyen la tierra, el agua y el aire. La reunión de estos tres elementos los hace particularmente complejos, sensibles y atractivos, especialmente para el hombre. Presentan un gran valor económico para el hombre, bien sea como fuente de alimento, de materias primas para la industria o como generador de ingresos a través del turismo. Es por estas razones que su caracterización es importante dentro del desarrollo de las funciones de control y administración de estos espacios, por lo que el Gobierno Nacional le ha encomendado dicha tarea a la Autoridad Marítima Nacional (DIMAR).

Las zonas litorales colombianas son un recurso disponible para todos, es decir se trata de bienes de uso público y precisamente por ello se hace necesario establecer y aplicar criterios para la localización de construcciones y para el uso de estas zonas, con el fin de mantener su atractivo y equilibrio natural. Esto solo puede lograrse a través de un adecuado control y administración, que a su vez debe estar basado en un entendimiento integral del sistema litoral. Este conocimiento implica un enfoque geográfico holístico, en el que se estudie el todo del sistema litoral, relacionándolo con sus partes y teniendo en cuenta la relación hombre-naturaleza.

Los procesos que se dan en los litorales se caracterizan por una relación compleja y dinámica de procesos naturales, demográficos y económicos, en una red de influencia recíproca. Esos procesos son esencialmente ciclos dinámicos que involucran la explotación de los recursos naturales, la transformación y uso de los recursos por el crecimiento demográfico, la organización social y la producción económica.

En el corto plazo, su ocupación caótica y sus patrones de uso conllevan a procesos de degradación y, eventualmente, al agotamiento de sus recursos. Es por ello que la administración de los litorales requiere de una aproximación integrada: las decisiones de manejo se

fundamentan en un conocimiento completo del sistema litoral y de las fuerzas dinámicas que operan sobre él. Requiere además, una continua e iterativa aproximación, ya que se trata de ambientes altamente dinámicos. Además requiere de permanentes y exactos monitoreos de las circunstancias de cambio y evaluación constante de la efectividad de los esfuerzos de manejo y acciones tomadas, con el fin de corregir las futuras medidas y políticas.

De acuerdo con lo anterior, y con el fin de lograr una mejor caracterización y control de los litorales colombianos, la DIMAR, a partir del año 2004, inició la definición y aplicación de un modelo conceptual basado en la aplicación de nuevas herramientas metodológicas y tecnológicas con el cual se detectaron y analizaron los posibles significados y relaciones entre las variables del mismo, dentro de una aproximación dinámica y sistemática de los ambientes litorales (Figura 5.1).

Figura 5.1 Componentes básicos del Modelo Conceptual para Caracterización de los Litorales Colombianos.

La base cartográfica digital requerida para la aplicación del modelo conceptual forma parte del componente técnico y es el soporte espacial para los demás componentes del modelo adoptado. Esta cartografía se generó mediante la complementación de dos técnicas

de sensoramiento remoto que operan en forma simultánea: información del sensor *Light Detection and Ranging* (LiDAR, por su acrónimo en inglés) e información de fotografía aérea digital. La Figura 5.2 ilustra, de manera general, las etapas que comprende la generación de la cartografía base de los litorales.

Para el caso de las fotografías aéreas, éstas se someten a un proceso de ortorrectificación para corregir las deformaciones geométricas en la imagen, ocasionadas por el relieve y las distorsiones del lente de la cámara (Figura 5.3). Por otra parte, a los datos capturados con el sensor LiDAR se les aplican técnicas de filtrado para separarlos en tres categorías: terreno (suelo desnudo), construcciones y vegetación (Figura 5.4). Los datos LiDAR correspondientes al terreno se utilizan para la generación de los modelos digitales del terreno (DTM).

Figura 5.2 Etapas para la producción de la cartografía base digital.

La determinación de la altura de la más alta marea comprende el cálculo de las mareas astronómica y meteorológica, con base en datos instrumentales (Figura 5.5) disponibles para las zonas de estudio, su posterior combinación para calcular el régimen medio del nivel del mar y, finalmente, el cálculo del régimen extremal del nivel del mar para establecer el valor de la altura de la línea de más alta marea (LMAM).

Respecto a las playas, el objetivo es determinar espacialmente el límite interno de las playas (límite hacia el continente), como un elemento fundamental para la caracterización y preservación de este importante ecosistema. En este contexto la playa se concibe como la zona donde se presenta acumulación de sedimento no consolidado como arena, grava o canto rodado, que se sitúa entre la línea de máximo alcance del oleaje de temporal y una profundidad tal que la acción del oleaje deja de producir el movimiento activo de los sedimentos.

Para este análisis se parte de la base de que el límite interno de la playa se encuentra definido por la interacción de los siguientes factores: marcado cambio en el material constitutivo, marcado cambio en la forma fisiográfica y el límite de la vegetación permanente, usualmente límite efectivo de las olas de temporal (Figura 5.6); tal como se encuentra contemplado en la definición de playa marítima establecida en el Decreto Ley 2324 de 1984, artículo 167.

El trabajo de campo comprende la toma de muestras de material constitutivo (Figura 5.7) en cada uno de los escenarios identificados, de tal manera que se ubican y efectúan trincheras o apiques estratégicamente localizados que permiten establecer dónde se presenta el marcado cambio en el material constitutivo de las playas (material diferente a arena, grava y cantos rodados). Complementariamente, se aplica una metodología desarrollada para identificar espacialmente el sitio en el que se registra marcada

Figura 5.3 Ortofotografía de un sector litoral en el Golfo de Morrosquillo. Obsérvese la alta resolución espacial de la imagen (25 cm) .

Figura 5.4 Datos LiDAR correspondientes al terreno (puntos en color azul corresponden a las partes más bajas y los de color rojo a las zonas más altas) en el sector del litoral del Golfo de Morrosquillo ilustrado en la figura anterior. Obsérvese la alta densidad de puntos en el terreno (aproximadamente 10 puntos/m²).

Figura 5.5 Maniobra de retiro de un mareógrafo digital en las instalaciones del muelle de Puerto Colombia, para descarga y posterior análisis de los datos instrumentales de niveles de marea.

Figura 5.6 Factores considerados para el análisis del límite interno de playa.

Figura 5.7 Toma de muestra de material constitutivo en una zona litoral de la Isla de Tierrabomba, Bolívar.

modificación en la fisiografía (caracterizada por una alteración abrupta en la pendiente del terreno y/o en el tipo de relieve, en la relación con el de la playa como tal).

Otro elemento utilizado para la determinación del límite interno de la playa es el límite de vegetación permanente, usualmente límite efectivo de las olas de temporal. Dado que los temporales no son fenómenos que ocurran con demasiada frecuencia, algunas especies vegetales, características de playa, pueden alcanzar un cierto grado de desarrollo; especialmente las localizadas en el límite superior de la playa, donde los temporales dejan depositados restos de algas, conchas de moluscos y restos de cangrejos que contribuyen a fertilizar el suelo. En general, se trata de comunidades vegetales muy poco densas y formadas por plantas de ciclo anual. Sin embargo, el oleaje de temporal tiene un alcance máximo, es decir, que a partir de ese punto ya no tendrá efecto en la vegetación que espontáneamente se desarrolle sobre el sector. Es precisamente allí en donde se forma el límite de lo que se conoce como vegetación permanente (Figura 5.8).

La caracterización del límite de vegetación permanente comprende el trabajo de campo en el cual los datos obtenidos en campo, a partir del posicionamiento de perfiles de vegetación (Figura 5.9), permiten la ubicación de los diferentes tipos de vegetación, las asociaciones posibles y los grupos de vegetación diferenciales. Adicionalmente, median-

te la utilización de claves taxonómicas se logra la identificación de los individuos reportados dentro de los perfiles, detallando familia a la cual pertenece el ejemplar, la especie y el nombre común. Asimismo se define de forma preliminar a qué distancia se encuentra el límite de vegetación permanente.

Posteriormente, con los datos levantados en terreno se procede a su procesamiento e interpretación cualitativa y cuantitativa a través del trabajo de escritorio. El límite se logra espacializar mediante la utilización de la base cartográfica digital, compuesta por ortofotografías aéreas digitales y datos LiDAR de altura de la vegetación; todo ello dentro de un ambiente de Sistema de Información Geográfica (SIG).

El análisis de los riesgos ambientales busca fundamentalmente la identificación de los sectores del litoral que por su ubicación, sus características naturales y su nivel social y económico se encuentran en potencial riesgo de inundación. El riesgo ambiental que se considera es el ocasionado por el incremento del nivel medio del mar, debido al cambio climático global del planeta. Para la estimación de las planicies de inundación se sigue la metodología que se basa en la determinación de la gravedad de las consecuencias de las inundaciones, comprende el establecimiento y cálculo de la cantidad de unidades de construcción y de población afectada (que habita las unidades de construcción) por las inundaciones, a través de la utilización de

Figura 5.8 Diagrama explicativo sobre la localización de la franja de vegetación permanente.

aerofotografías digitales del año 2005 y funciones de análisis espacial y despliegue de un SIG.

Entre tanto, el riesgo se define como una función de dos variables: la amenaza y la vulnerabilidad. De tal forma que la influencia de la amenaza en esa relación se encuentra determinada por las planicies de inundación; y la influencia de la vulnerabilidad se encuentra definida por el índice de vulnerabilidad. Posteriormente, los valores de riesgo se clasifican de acuerdo con una escala predeterminada (alto, medio, moderado y bajo), para su representación sobre la base cartográfica digital como una capa (Figura 5.10).

Por otra parte, el análisis de las actividades antrópicas se centra en llevar a cabo la determinación del efecto de las actuaciones del hombre sobre los litorales que, de una manera u otra, alteran su equilibrio natural. El análisis se centra en actuaciones consistentes en rellenos efectuados sobre playas y terrenos

de bajamar, la construcción de obras de protección costera, las afectaciones por parte de los planes de ordenamiento territorial, planes de expansión portuaria y planes de desarrollo turístico en las áreas litorales y los efectos de la construcción de vías y/o puentes.

En relación con los rellenos, el análisis comprende la identificación preliminar, directamente en el terreno, con base en documentación (a través de fotografías y/o video). Adicionalmente se utilizan fotografías aéreas digitales para la identificación de las áreas rellenadas a través de tecnología SIG (figuras 5.11, 5.12). Con el fin de contar con más elementos de soporte técnico, se efectúa la inspección de las áreas rellenadas a través de la elaboración de trincheras o apiques, los cuales fueron sometidas a un proceso de documentación a lo largo de su perfil vertical mediante fotografías tomadas para ilustrar la disposición del material constitutivo del relleno a diferentes profundidades.

Figura 5.9 Ubicación de los perfiles (transectos) 11 y 12, en el sector litoral de la ciénaga de Los Manatíes, Atlántico.

Figura 5.10 Planicie de inundación (áreas en color azul) establecida para un eventual ascenso del nivel medio del mar de 30 cm, en el sector litoral en inmediaciones de Santiago de Tolú, Golfo de Morrosquillo, Sucre.

Figura 5.11 Localización sobre fotografías aéreas digitales de una zona de relleno (demarcado en azul) en el litoral de la Isla de Tierrabomba, Bolívar.

Figura 5.12 Foto del relleno en una zona de bajamar en el cual se evidencia la sobre-elevación del terreno debido a la depositación de residuos sólidos, rocas y sacos en el litoral de la Isla de Tierrabomba, Bolívar.

Con respecto al análisis del efecto de las obras de protección costera (muros de contención, revestimientos, *seawalls*, *breakwaters*, espolones y *jetties*) la primera etapa comprende la identificación del tipo de obra, con base en una tabla guía que contiene la descripción, función e ilustración gráfica de cada tipo de obra, para facilitar su identificación en forma inequívoca.

Las obras identificadas se someten a un proceso de documentación, consistente en toma de fotografías, principales medidas (largo, ancho, alto) e identificación de los materiales en los que fueron construidas. Una vez identificada y documentada la obra se estima el efecto de ésta sobre el litoral, para lo cual se utiliza una tabla guía que contiene la indicación esquemática del efecto de las principales obras de protección actualmente utilizadas en los litorales y se utiliza, cuando es posible, fotografías aéreas métricas de años anteriores para superponerlas sobre la cartografía base actual (ortofotomapas) y estimar cuantitativamente el efecto de la obra identificada (Figura 5.13).

Figura 5.13 Superposición de la línea de costa del año 2000 y la ortofotografía del año 2005 que permite cuantificar un efecto de erosión de 55 m² en la parte sur del espolón, en el Golfo de Morrosquillo.

En lo concerniente al efecto de los planes sobre el litoral, de ordenamiento y protección, el análisis comprende la revisión del marco conceptual o filosofía de cada plan, con el fin de tener clara la orientación y principios que rigen el ordenamiento del territorio en cada uno de ellos. Posteriormente, se efectúa una revisión cartográfica de cada plan, especialmente en los temas de usos actuales y usos proyectados del suelo, con la finalidad de establecer si se presentan afectaciones sobre áreas del litoral (playas y terrenos de bajamar, principalmente). Las áreas detectadas como afectadas se cuantifican a través de una superposición de la cartografía de los planes con la base cartográfica digital de las zonas de trabajo (ortofotomapas) y la utilización de funciones de análisis y despliegue del SIG.

Finalmente, toda la información de caracterización físico-biótica del litoral Caribe colombiano, recopilada por la DIMAR en su calidad de Autoridad Marítima Nacional, constituye un aporte fundamental para el conocimiento integral de estas importantes zonas. Trasciende su aporte y utilidad hacia el desarrollo de la Política de Ordenamiento Territorial y Ambiental de las zonas Costeras establecidas dentro la Política Nacional de Ordenamiento de dichas áreas, al conformar la caracterización de los litorales, la base del conocimiento para el desarrollo de esta política y la incorporación de estas zonas al ordenamiento territorial de la nación, garantizando su protección, conservación, aprovechamiento racional y la garantía de su uso y disfrute colectivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, N. 1994.** Análisis morfodinámico de la Cuenca Hidrográfica Norte del Río Sinú. Tesis (MsC.). ITC. Holanda.
- Aguirre, N. 1996.** Análisis Morfodinámico de la Cuenca Hidrográfica Norte del Río Sinú. Una Base para el Estudio de Amenazas por Inundación.
- BP.1994.** Estudio de Impacto Ambiental Terminal Petrolero de Coveñas. Consorcio de Estudios Ambientales (CEA). Informe básico. BP Exploration Company (Colombia) Ltda. Colombia.
- Correa, I. y G. Vernet. 2004.** Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá (sector Arboletes-Turbo) costa Caribe colombiana. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar) No. 33. Santa Marta, Colombia.
- Cuatrecasas, J. 1958.** Aspecto de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 10(40): 221-263.
- Decreto Ley 2324. 1984.** Por el cual se reorganiza la Dirección General Marítima y Portuaria. Artículo 167. Bogotá, Colombia, 18 de septiembre de 1984.
- Duque-Caro, H. 1980.** Geotectónica y Evolución de la Región Noroccidental Colombiana. Bol. Geol., 23(3):4-37.
- Duque-Caro, H. 1984.** Estilo Estructural, Diapirismo y Episodios de Acrecimiento del Terreno Sinú. San Jacinto en el Noroccidente de Colombia. Boletín Geológico Ingeominas 27(2):1-29.
- Franco, J., J. González y L. Molina. 1992.** Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Caribe Colombiano. Sector: Bahía de Barbacoas-Delta de Tinajones. Instituto de Investigaciones: En: Geociencias Minería y Química-Ingeominas. Cartagena, Colombia. 20pp.
- Fundesa. 1997.** Diagnóstico integral del sistema manglarico de la Ciénaga de La Caimanera. Informe técnico. Carsucre. Sincelejo, Colombia.
- García-Valencia, C. 2007.** Atlas del Golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar Gobernación de Antioquia). Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 12. Santa Marta, Colombia. 180 pp.
- Guhl, E., 1975.** Colombia: bosquejo de su geografía tropical, Tomo I. Instituto Colombiano de Cultura. Bogotá, Colombia. 286 pp.
- Hernández, C. 1994.** Biodiversidad en los sistemas lagunas costeras. Memorias del taller de expertos sobre el estado del conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los sistemas marinos y costeros. Documento Comisión Colombiana de Oceanografía (CCO). Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB). Programa Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. DOC. CCO/ENB/WG.1/94/2. INF 7.
- Hernández-Camacho, J. 1992.** Acta zoológica mexicana: la diversidad biológica de Iberoamérica. CYTED-D. Xalapa, México.
- IGAC. 1995.** Suelos de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Inderena, 1984.** Estado actual de la floresta del manglar y fauna acompañante de sus raíces en nueve áreas de la Bahía de Cartagena.
- Ingeominas, 1995.** Red Sismológica Nacional de Colombia. Boletín Trimestral de Sismos. Vol. 3. Bogotá, Colombia.
- Invemar-Gobernación de Antioquia-Corpourabá-Codechocó. 2008.** Formulación de los lineamientos y estrategias de manejo integrado de la unidad ambiental costera del Darién. Serie Documentos Invemar No. 22. Santa Marta, Colombia. 208 pp.
- Javelaud, O. 1987.** La sedimentation du plateau continental de la Colombie Caribe au cours du Quaternaire terminal. These Doctorat. Bordeaux I. Cartagena, Colombia. 251 pp.

Leyton, L. y F. Delgado. 1994. Monitoreo IV, fase ecosistemas de manglar Golfo de Morrosquillo. Ecopetrol-DCC. Colombia.

Lorin, J., J. Leclerc, P. Antoine y J. Bottagisio. 1973. Estudio del Régimen del Golfo de Morrosquillo. Protección de Playas en Tolú. Informe técnico. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos. Colombia.

MacArthur, R. and E. Wilson. 1967. The theory of Island Biogeography, Edited by Robert H. MacArthur. Princeton, New Jersey. 203 pp.

Molina, A., C. Molina, L. Giraldo y C. Parra. 1993. Estudio Oceanográfico de la Franja Litoral del Caribe Colombiano Golfo de Morrosquillo Aplicando la Percepción Remota. Fase I 93. CIOH. Cartagena, Colombia.

Molina, A., C. Molina, L. Giraldo y C. Parra. 1994. Dinámica marina y sus efectos sobre la geomorfología del Golfo de Morrosquillo. Boletín científico CIOH No.15: 26. Cartagena, Colombia.

Moreno, A. 1990. Monitoreo del ecosistema de manglar en los rodales del Golfo de Morrosquillo. Ecopetrol-DCC. Colombia.

Mostacedo, B. y T. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Patiño, F. y F. Flórez. 1993. Estudio ecológico del Golfo de Morrosquillo. Universidad Nacional de Colombia y Fondo 'FEN' Colombia. Colombia.

Pelgrain, A. 1990. Rasgos tectónicos y estilo estructural de la margen activa norte colombiana. VII Seminario de Ciencia y Tecnología del Mar. Cali, Colombia. 109-119 pp.

Pérez, G. 2007. El Caribe Antioqueño: entre los Retos de la Geografía y el Espíritu Paisa. Banco de la República. Documentos de trabajo sobre economía regional No. 88. Cartagena de Indias, Colombia. 48 pp.

Quiroz, H. 1989. Aspectos Bioecológicos de los Manglares del Canal del Dique (Colombia). Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux. No.45. 169-176 pp.

Robertson, K. 1989. Evolución Reciente del Delta del Río Sinú. Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux, 45:305312.

Sánchez, H., R. Álvarez, F. Pinto, A. Sánchez, J. Pino, I. García y M. Acosta. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente (Ma) y Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Bogotá, Colombia.

Velázquez, J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Vernette, G., 1986. Plataforma continental del Caribe colombiano (desde la desembocadura del río Magdalena al Golfo de Morrosquillo). Importancia del diapirismo arcilloso sobre la morfología y la sedimentación. Memorias del Instituto de la Cuenca de Aquitania. Bordeaux, Francia. 387 pp.

Agradecimientos

Los autores expresan agradecimientos a todos aquellos oficiales, suboficiales, al grupo de investigación de Ciencias del Mar de la Universidad EAFIT, INVEMAR, Corpourabá, a la Gobernación de Antioquia y profesionales que contribuyeron con su esfuerzo y dedicación a la producción de la información de caracterización y al buen logro de la presente publicación.