

## Estudio de Impacto Ambiental Emisario Submarino de Cartagena

Elaborado para Aguas de Cartagena S. A. E. S. P.  
por Fundación Neotrópicos

# E-264

Dr. Luis Carlos García Lozano, Ecólogo, Fundación Neotrópicos  
*Director y editor del estudio. Medios físico, biológico y socioeconómico, evaluación, programas de manejo ambiental*

Miguel Ángel Díaz Rubiano, Biólogo, Fundación Neotrópicos  
*Medios físico, biológico y socioeconómico, programas de manejo ambiental*

Hernán Lozano Castañeda, Arquitecto diseñador  
*Cartografía, programas de manejo ambiental, edición y diagramación*

David Puerta Zuluaga, Ingeniero Hidráulico, Fundación Neotrópicos  
*Descripción del proyecto, alternativas y programas de manejo ambiental*

Mario Ramírez Cerquera, Ingeniero Geógrafo, Fundación Neotrópicos  
*Medio físico y programas de manejo ambiental*

Carlos Vera Caraballo, Ingeniero Civil, Fundación Neotrópicos  
*Medio físico y programas de manejo ambiental*

Andreas Lehnert, Geógrafo Fundación Neotrópicos  
*Documentación video y fotografía*

Rocío Pacheco V., Técnico Fundación Neotrópicos  
*Auxiliar de campo*

Carmenza Morales, Abogada Fundación Vida  
*Marco legal, consulta previa*

Margarita Abello, Antropóloga Fundación Vida  
*Consulta previa*

Adriana Tobón, Socióloga Fundación Vida  
*Marco legal, consulta previa, programas de manejo ambiental*

### Asesores internacionales

Dr. Juan Alberto Schnack, Ecólogo, asesor internacional, Arcosur S.R.L.  
*Identificación de consecuencias y programas de manejo ambiental*

Dr. Enrique J. Schnack, Geólogo, asesor internacional, Arcosur S.R.L.  
*Identificación de consecuencias y programas de manejo ambiental*

Lic. Fernando de Francesco, Geólogo, asesor internacional, Arcosur S.R.L.  
*Identificación de consecuencias y programas de manejo ambiental*

### Se agradece la colaboración del personal de Fundación Neotrópicos:

Mónica María Toro Uribe, Tecnóloga en Sistemas  
*Edición*

Iván Darío Pineda Londoño, Economista  
*Revisión de textos*

Ricardo Guzmán Lithon, Biólogo  
*Revisión de textos*

Deyanira Eliana Briceño Mateus, Administradora de Empresas  
*Administración y logística*

**Índice general**

<b>I Introducción</b>	7	<b>V Evaluación de las implicaciones ambientales del ESC</b>	76
Problemática de las aguas residuales de Cartagena	8	Introducción	76
Plan de Manejo de las Aguas Residuales de Cartagena	8	Identificación de consecuencias ambientales	76
Estudio de Impacto Ambiental del ESC	8	Síntesis de consecuencias	77
Contexto geográfico e institucional del MAR	9		
Contenido del informe	11	<b>VI. Programas para el manejo ambiental del ESC</b>	89
		Introducción	89
<b>II Marco legal</b>	14	Las recomendaciones	89
Introducción	14	Los programas	89
Competencia institucional	14	Cronograma	92
Licencia ambiental	14	Síntesis de la información para la implementación de los	92
Vertimiento de Residuos Líquidos a Cuerpos de Agua	15	programas de manejo ambiental del ESC	92
Políticas Ambientales del Banco Mundial	17	Estrategia para la implementación de los programas	94
Convenios internacionales para la protección del medio ambiente de los	19	Programa de supervisión ambiental de la construcción.	95
cuales es signataria Colombia	19	Gestión social y comunicaciones	99
Normas relacionadas con el Programa de Restauración, Conservación y	19	Operación del sistema de alcantarillado durante la fase interina de cons-	104
Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca Juan Polo	19	trucción	104
		Complementación de información ambiental antecedente y monitoría	106
<b>III Proyecto de emisario submarino de Cartagena</b>	21	Estudio para control y manejo de vertimientos industriales a la red del	113
Antecedentes	21	sistema de desagües cloacales de Cartagena	113
Proyecciones para el diseño	21	Restauración, conservación y aprovechamiento perdurable del sistema	117
Características de las aguas residuales	21	ciénaga de Tesca	117
Proyecto recomendado	22	Programa de educación y sensibilización ambientales dirigido a las co-	120
Desarrollo del ESC	23	munidades relacionadas con el plan de manejo de aguas residuales de	120
Costos del Proyecto	24	Cartagena de Indias (ESC)	120
Cronograma del ESC	24	Programa de Fortalecimiento Institucional	122
Contratos de construcción	24	Suministro de agua potable a poblaciones nucleadas de la Zona Norte	126
Plan de manejo ambiental	24		
Beneficios e impactos del ESC	25	Bibliografía citada	127
Alternativas estudiadas	26		
<b>IV Diagnóstico</b>	33		
Introducción	33		
Descripción del medio físico	34		
Descripción del ambiente biológico	47		
Diagnóstico Socioeconómico	68		

**Índice de mapas**

Mapa 1. Vertientes y cobertura de la red actual de desagües cloacales de Cartagena de Indias.	
Mapa 2. Contexto regional de Cartagena de Indias, de los proyectos relacionados con el ESC y de la zona de influencia de éste	8
Mapa 3. Zonas de influencia ambiental directa (ZI) del emisario submarino	10
Mapa 4. Jurisdicción de las diferentes entidades del sector ambiental relacionadas con el desarrollo del ESC	11
Mapa 5. Proyecto ESC (alternativa 3.2)	14
Mapa 6. Alternativas de emisario submarino y rutas alternas terrestres	23
Mapa 7. Velocidad y dirección de las corrientes promediadas en profundidad en diferentes épocas del año	28
Mapa 8. Análisis de falla fatal	29
Mapa 9. Depósitos esperados de sólidos en la descarga del ESC	30
Mapa 10. Dinámica de corrientes y sedimentos del río Magdalena a lo largo del litoral Caribe al N de Cartagena de Indias	30
Mapa 11. Ubicación y extensión de las áreas de influencia directa e indirecta del ESC	31
mapa 12. Unidades geomorfológicas del área de influencia del ESC	33
mapa 13. Dinámica del penacho de sedimentos del río Magdalena a lo largo de la costa del Caribe al SO de Puerto Colombia	35
Mapa 14. Principales paisajes y biotopos del área de influencia del ESC	44
Mapa 15. Distribución de sedimentos aportados por el río Magdalena al mar Caribe	48
Mapa 16 a, b, c. Análisis diacrónico del proceso de ocupación de las márgenes de la ciénaga de Tesca	62
Mapa 17. Estaciones de muestreo en el sistema Tesca-Juan Polo	70
Mapa 18. Estaciones de muestreo área emisario submarino (círculo en área de descarga y penacho de dispersión) y playas asociadas	108
Mapa 19. Áreas de manejo y conservación propuestas cartografía adaptada de Hazen & Sawyer, 1998	108

**Índice de tablas**

Tabla 1. Otros proyectos de Cartagena relacionados con el entorno del proyecto Emisario Submarino de Cartagena	9
Tabla 2. Autoridades competentes en el área del proyecto y para los trámites legales ambientales requeridos	16

Tabla 3. Normas Colombianas para Cuerpos de Agua de Uso Recreativo (Decreto 1594 de 1984)	15
Tabla 4. Normas Colombianas para el Vertimiento a Cuerpos de Agua	15
Tabla 5. Convenios internacionales para la protección del medio ambiente de los cuales es signataria Colombia	18
Tabla 6. Características de las aguas residuales de Cartagena de Indias	21
Tabla 7. Concentraciones de contaminantes clase III (metales pesados) en sedimentos de ciénaga de Tesca	21
Tabla 8. Síntesis de costos Etapa I (US\$ de 1998)	24
Tabla 9. Cronograma para el desarrollo del ESC- Etapa I (Hazen & Sawyer, 1998a)	24
Tabla 10. Beneficios e impactos del proyecto ESC	25
Tabla 11. Criterios de selección de alternativas de solución, de acuerdo con los pasos de la gráfica 3	27
Tabla 12. Costos de alternativas de sistemas de tratamiento (millones de US\$)	28
Tabla 13. Aportes de agua dulce a la ciénaga de Tesca	39
Tabla 14. Subcuencas rurales de la ciénaga de Tesca y caudales	39
Tabla 15. Aforos en la boca de la ciénaga	40
Tabla 16. Características de las aguas freáticas en la barra litoral de la Boquilla	41
Tabla 17. Balance hídrico de la cuenca de la ciénaga de Tesca	43
Tabla 18. Huracanes y tormentas tropicales presentes en el Caribe Colombiano.	43
Tabla 19. Alturas significantes de ola y frecuencia de alturas de ola $\geq$ a 3,5 m	45
Tabla 20. Variaciones de la línea de costa en el período 1986-1997	45
Tabla 21. Caracterización general de la ciénaga La Virgen o de Tesca	47
Tabla 22. Valores mínimos y máximos de los parámetros físico-químicos de las aguas de la ciénaga de Tesca.	49
Tabla 23. Variaciones en DBO de 1983 a 1994 en la ciénaga La Virgen	49
Tabla 24. Valores mínimos y máximos de algunos parámetros físico-químicos	49
Tabla 25. Acciones antrópicas actuales sobre la ciénaga La Virgen	50
Tabla 26. Abundancia de especies fcticas registradas por algunos estudios sobre la ciénaga de Tesca	54
Tabla 27. Algunas especies fcticas de la ciénaga de Tesca	54
Tabla 28. Hábitos alimenticios de algunas especies fcticas de la ciénaga de Tesca	55
Tabla 29. Especies de aves asociadas a la ciénaga de Tesca	57

EIA plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias, marzo de 1999	Índices	5
Tabla 30. Especies vegetales características de la cobertura vegetal ale- daña al corredor de la tubería	59	Tabla 52. Estaciones y comunidades para evaluación de biología marina y estuarina 109
Tabla 31. algunas especies de la fauna asociada a la cobertura vegetal en la llanura costera, serranías y riberas de arroyos	61	Tabla 53. Tipo y abundancia de infraestructura y elementos de trabajo (marzo, 1999). 122
Tabla 32. Características de las corrientes faja costera de Cartagena	62	Tabla 54. Algunas de las temáticas sugeridas para los cursos de capacita- ción y entrenamiento 124
Tabla 33. Características de las descargas del ESC proyectado, río Mgdalena y Canal del Dique	63	
Tabla 34. Características del medio marino en los tramos de los sitios alternativos evaluadas para el ESC	65	<b>Índice de figuras</b>
Tabla 35. Especies fcticas observadas en áreas marinas alternativas para ubicación del ESC	66	Figura 1. proyecciones de población y caudal para diseño del ESC 21
Tabla 36. Datos poblacionales en zonas marginales ciénaga de Tesca	69	Figura 2. Esquema del proyecto de ESC recomendado por Hazen & Sa- wyer 22
Tabla 37. Existencia y cobertura de servicios públicos, en las zonas mar- ginales de la ciénaga de Tesca	70	Figura 3. Fases del desarrollo del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias 23
Tabla 38. Datos poblacionales de la zona Norte de La ciénaga de Tesca	72	Figura 5. Localización de las espigas y bocanas de conexión mar Caribe- ciénaga de Tesca en 1968 37
Tabla 39. % usos del suelo en la zona norte	73	Figura 6. Ubicación de las casimbas para mediciones en la restinga de La Boquilla 41
Tabla 40. Valor del m2 de terreno en la Zona Norte	73	Figura 7. Variación de los niveles de agua en la ciénaga de Tesca 42
Tabla 41. Status de conservación de los paisajes y biotopos del área de in- fluencia del ESC	76	Figura 8. Precipitaciones medias mensuales multianuales en la cuenca de la ciénaga de Tesca, período 1974-1994 42
Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC	81	Fig. 9a. Abundancia relativa de las especies fcticas, ciénaga de Tesca (8.1983 a 7.1984) 54
Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC	81	Fig. 9b. Ictiomasa relativa (% perso total de la captura), ciénaga de Tesca (8.1983 a 7.1984) 54
Tabla 43. Síntesis de recomendaciones para el manejo ambiental del ESC	90	Figura 10. Concentraciones medias mensuales de clorofila (mg/m3) de la costa Caribe de Colombia 63
Tabla 44. Cronograma de ejecución de las actividades y los programas de manejo ambiental ESC	92	Figura 11. Distribución del número de individuos bentónicos/m2/estación y tipo de fondo en los sitios-alternativas para localización del ESC 64
Tabla 45. Síntesis de la información para implementación de programas para el manejo ambiental del ESC	93	Figura 12. Diagrama de causalidad del proceso de deterioro de las áreas marginales de Cartagena de Indias 68
Tabla 46. Algunas de las normas aplicables a acciones y procesos de la fase constructiva	96	Figura 13. Diagrama de causalidad del proceso de cambio de uso y tenen- cia del suelo en la Zona Norte de Cartagena de Indias 72
Tabla 47. Elementos para la campaña de aceptación pública del ESC y su F	100	Figura 14. Proceso de obra para construcción de emisario en tierra 92
Tabla 48. Elementos para la campaña de divulgación de las normas del plan de manejo ambiental (ESC)	101	Figura 15. Organigrama para la implementación de las recomendaciones para el Manejo Ambiental de la Fase Constructiva del ESC 94
Tabla 49. Descripción de las alternativas de descarga a la ciénaga de Tesca durante fase interina de construcción del ESC	104	Figura 16. Proceso de obra para construcción de emisario en tierra 97
Tabla 50. Componentes del programa de monitoría y distribución en las fases del ESC	106	
Tabla 51. Parámetros físico-químicos y bacteriológicos en aguas (a) y se- dimentos (s)	107	

**Índice de fotos**

Foto 1. Empleo del mangle para construcción de cercas	71
Foto 2. Vivienda dentro del manglar, ciénaga de Tesca	71
Foto 3. Implementación de servicios públicos en barrios marginales	71
Foto 4. Botadero sobre margen N de la ciénaga de Juan Polo	71
Foto 5. Areas para ganadería extensiva, Zona Norte	74
foto 6. Loteo en marismas al S de los Morros de Punta Canoas	74

# I introducción

## Introducción Plan de Manejo de las Aguas Residuales de Cartagena

### Problemática de las aguas residuales de Cartagena

En la actualidad la disposición de las aguas residuales de la ciudad de Cartagena de Indias (ca.  $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) se lleva a cabo mediante dos sistemas independientes, sin tratamiento. A la bahía de Cartagena se vierte ca. 40%, a través de la red natural de caños y lagos, varios colectores y mediante un emisario submarino de 0,76 m de diámetro, a 22 m de profundidad. El 60% restante a la ciénaga de Tesca<sup>1</sup> mediante varias descargas y a través de la red desagües pluviales (mapa 1.).

Los dos sistemas han causado el deterioro de la calidad del agua, de los recursos marinos y estuarinos y aún de las playas, puesto que los reservorios tienen grandes limitaciones para la depuración de las crecientes descargas. La bahía de Cartagena por su condición de abrigo es más somera y sus aguas más quietas que las del mar Caribe; por otra parte, desde la colonia la circulación está restringida por la escollera de Bocagrande. La ciénaga de Tesca es una laguna costera extensa (ca.  $22 \text{ km}^2$ ) y muy somera (profundidad media 1,3 m); su comunicación actual con el mar es a través de una bocanà que sólo se abre durante la temporada de lluvias y en los episodios de mares de leva.

Con el objetivo de recuperar la calidad del agua de la bahía, de los caños y lagunas interiores y de la ciénaga de Tesca, el Distrito de Cartagena desarrolla el *plan de manejo de aguas residuales (MAR)* que contempla las redes de desagües cloacales de las dos vertientes, los sistemas de elevación, bombeo y transferencia y un emisario submarino (ESC) de 2.850 m de longitud, con diámetro de 1.970 mm para disposición de la totalidad de las aguas residuales al mar Caribe, a 20 m de profundidad en Punta Canoas, ca. 20 km al N de la ciudad.

Los estudios de factibilidad del ESC, terminados en octubre de 1998, fueron desarrollados por la firma Hazen & Sawyer de Miami (USA). La entidad propietaria del proyecto es Acucar S.A. E.S.P., empresa de economía mixta cuyo principal accionista es el Distrito de Cartagena.

### Estudio de Impacto Ambiental del ESC<sup>2</sup>

#### Términos de Referencia

Los Términos de Referencia para el desarrollo del presente estudio fueron preparados por Cardique (autoridad ambiental regional en cuya jurisdicción se encuentra Cartagena) y por el Banco Mundial y suministrados al consultor por Acucar.

<sup>1</sup> En este estudio se denomina ciénaga de Tesca al estuario localizado al N del casco urbano de Cartagena, conformado por las ciénagas de Juan Polo al N y la Tesca o de La Virgen al S, según cartografía de IGAC; aunque de acuerdo con la población local Tesca *sensu stricto* al E de La Virgen está totalmente desecada.

<sup>2</sup> Otros componentes del MAR tuvieron evaluaciones ambientales y cuentan con licencia ambiental. Hazen & Sawyer (1998b) elaboró para Acucar un *diagnóstico ambiental de alternativas de emisario submarino*, utilizado para la realización del presente estudio.

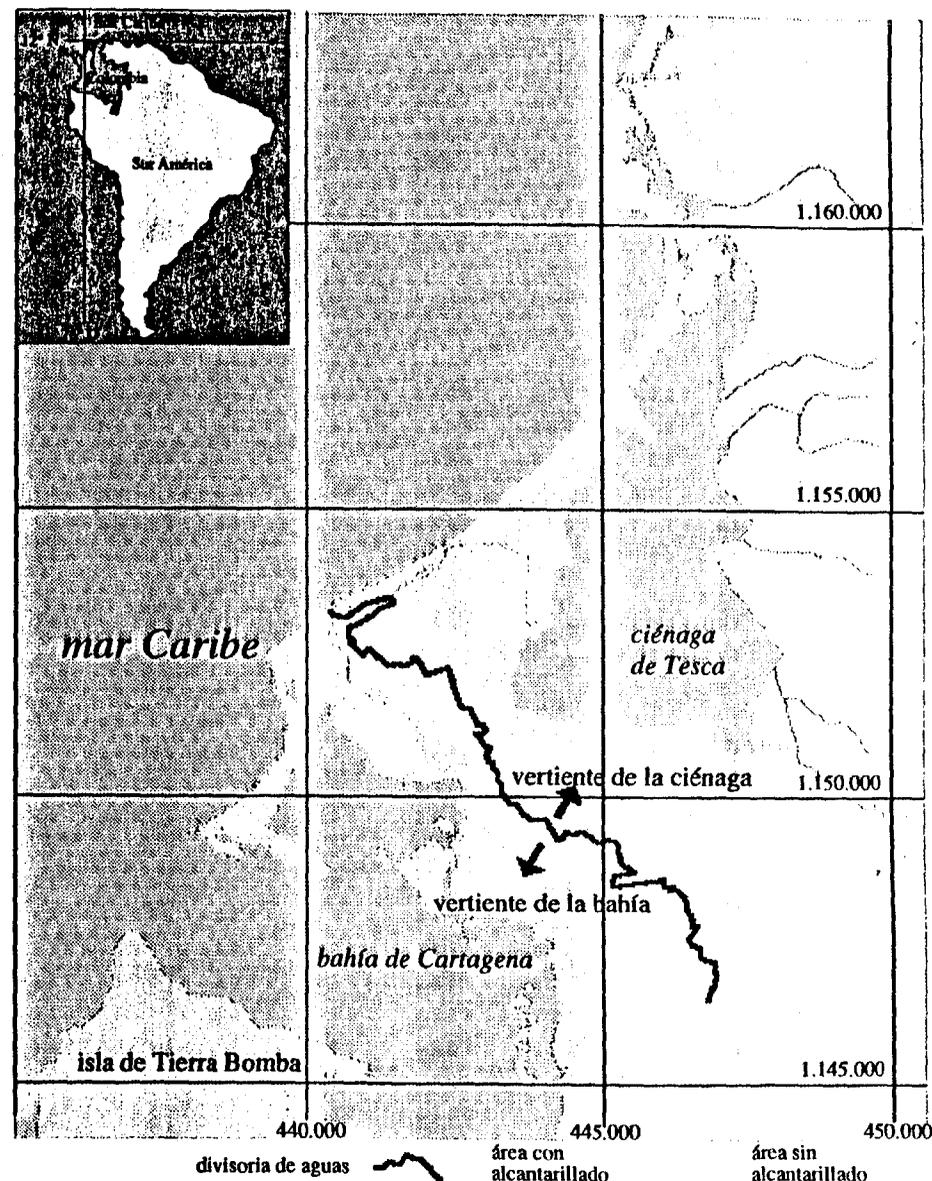


Tabla 1. Otros proyectos de Cartagena relacionados con el entorno del proyecto Emisario Submarino de Cartagena

proyecto	descripción de obras	ubicación	resultados esperados	cronograma
Plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (plan maestro de alcantarillado + disposición final)	componente crédito BID: 1. sistema colector Bahía componente crédito WB: 2. sistema colector Tesca, estaciones de elevación, bombeo, transferencia 3. disposición: emisario submarino+ pretratamiento con desarenador y rejillas	1. vertiente Bahía 2. zonas S y E de ciénaga de Tesca 3. zona E y N de Tesca hasta Punta Canoas	• cobertura 95% para año 2003 • eliminar vertimientos a ciénaga de Tesca, Bahía, caños y lagos • disminuir infiltración y conexiones irregulares pluviales y cloacales a la red colectora	resultados a 30 años • etapas I 2005-15 • etapa II 2015-25 Los componentes 1. y 2. tuvieron EIA y cuentan con licencia ambiental
Plan Maestro de Drenaje Urbano	• nuevas canalizaciones	• zonas S y E de ciénaga de Tesca	separación de aguas pluviales y aguas cloacales	en ejecución
Bocana Estabilizada Ciénaga de Tesca	• bocanas, compuertas de marea, dique direccional en Tesca • requiere complemento con tratamiento de aguas residuales o emisario submarino	• ca. antigua bocana natural de El Boquerón, frente a pista de aeropuerto Rafael Nuñez	• mejorar calidad de agua en ciénaga de Tesca	• construcción en 13 meses, inicia 1999
Mejoramiento de Caños, Lagos, Costas y Bahías (integración de varios proyectos de saneamiento y desarrollo urbano)	• dragados, rellenos • estabilización de taludes • protección de orillas • vías marginales, • transporte acuático, muelles y sitios de transferencia de pasajeros • puentes vehiculares, peatonales • infraestructura de servicios • control de sedimentos	1. Eje I: aeropuerto Rafael Nuñez- puente Benjamín Herrera 2. Eje II: caño Bazurto, ciénaga Las Quintas 3. transporte acuático ciénaga de Tesca 4. Canal del Dique	• saneamiento de cuerpos de agua • mejoramiento tráfico, transporte e infraestructura urbana • recuperación de tierras para desarrollo urbano • control sedimentos y reconexión con planicie aluvial	1. en desarrollo 2. licencia ambiental condicionada 9.98-3.00 3. licencia ambiental en trámite 4. en estudio
Plan Vial Año 2010	• vía perimetral márgenes O y S de ciénaga de Tesca • empalme Cordialidad-Anillo Vial, margen E de Tesca	• zona SE de ciénaga de Tesca	• soluciones viales • frenar crecimiento urbano en ciénaga Tesca	• adjudicación en 1998, obras inician en 1999
ONU Planificación/ Manejo Bahías Contaminadas del Gran Caribe	• recursos de GEF • colaboración de UNOPS • estudio de caso Cartagena, CIOH	bahía de Cartagena	• programa de recuperación de la bahía de Cartagena • protección aguas internacionales • fortalecimiento institucional	propuesta en prefactibilidad
Plan de Manejo Cerro La Popa	• canales pluviales +desarenadores • reforestación y sistema de riego	• zona SO de ciénaga de Tesca	• disminución de erosión y aporte de sedimentos a ciénaga Tesca	en ejecución
Ordenamiento Territorial (POT)	• expansión urbana/desarrollo La Boquilla-Los Morros (Zona Norte)	• zonas O, N de ciénaga de Tesca	ciudad satélite para 150.000 habitantes	plan a 12 años
Expansión aeropuerto Rafael Nuñez	• 2ª pista • rellenos e intervención en manglares O Tesca	• zona O de ciénaga de Tesca	• mejoramiento de infraestructura y servicio	• prevista para 2016
Expansión portuaria	• corredor portuario (vía)	• zona terminal marítimo	facilita acceso a zona portuaria	
Producción Limpia Mamonal	• compañía de servicio para manejo integrado de residuos peligrosos	industrias de Zona Industrial de Mamonal	separación, reducción, caracterización, recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos	inicia 1999 centro piloto en 5 años

Fuentes: Haskoning-Carinsa, 1996; Fundación Mamonal, 1998; Hazen & Sawyer, 1998; Therán, 1998; El Universal 1998a, 1998b

## Grupo consultor

En agosto de 1998 Acucar contrató con la Fundación Neotrópicos de Medellín la coordinación de todas las actividades requeridas para la formulación del EIA. Neotrópicos conformó un grupo de expertos, tanto colombianos como extranjeros, con amplia experiencia en la evaluación ambiental de proyectos de desarrollo en áreas urbanas y periurbanas costeras.

## Objetivos del EIA

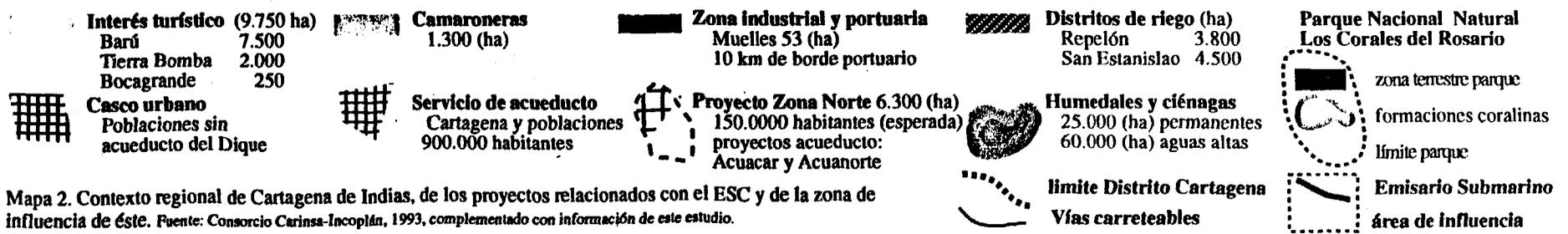
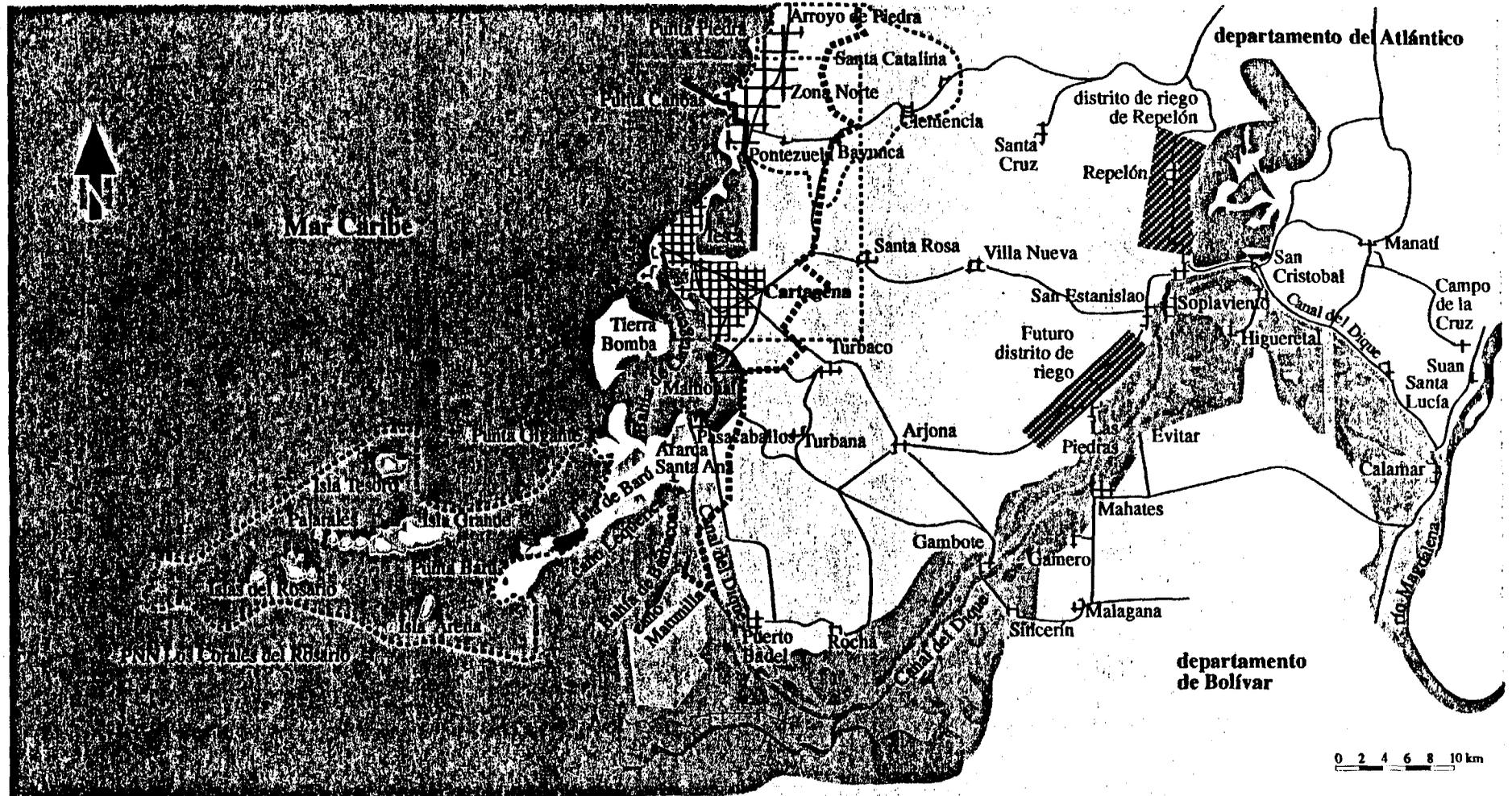
El presente estudio tiene por objeto la evaluación ambiental de los procesos de construcción y operación del Emisario Submarino de Cartagena de Indias y el planteamiento de los programas de manejo ambiental requeridos para minimizar los posibles deterioros ambientales y optimizar los beneficios derivados del ESC.

## Contexto geográfico e institucional del MAR

Tanto el ESC como el MAR constituyen en principio proyectos ambientales, cuyos objetivos son el mejoramiento de la calidad del medio ambiente de la ciudad.

Hacia dichos objetivos apunta también una serie de proyectos –la mayoría de los cuales hacen parte del *Plan de Acción Ambiental de Cartagena*, agenda de la actual administración de la ciudad– basada en iniciativas de administraciones anteriores.

Estos proyectos están a cargo de Acucar, de otras entidades del Distrito de Cartagena o son responsabilidad de entidades regionales o nacionales involucradas con el saneamiento básico o el desarrollo (ver tabla 1. y mapa 2.).



Mapa 2. Contexto regional de Cartagena de Indias, de los proyectos relacionados con el ESC y de la zona de influencia de éste. Fuente: Consorcio Carinsa-Incoplan, 1993, complementado con información de este estudio.

Igualmente, varias de las obras de los proyectos convergen sobre los mismos escenarios geográficos. Bajo este contexto sectorial, es entonces necesario hacer referencia a la problemática ambiental urbana en un sentido más amplio que el del ESC solamente.

## Contenido del informe

De acuerdo con lo requerido en los Términos de Referencia este informe final contiene los siguientes capítulos:

### 1 Marco legal e institucional

En este capítulo se sintetiza la normatividad existente relacionada con los diferentes aspectos del ESC, en particular los pertinentes a la gestión ambiental.

### 2 Descripción del proyecto

Simplificada del estudio de factibilidad elaborado por la firma Hazen & Sawyer (1998a). Incluye además una síntesis de los procedimientos para la selección de alternativas, igualmente simplificada del estudio de Hazen & Sawyer (1998a).

### 3 Diagnóstico del status actual

Se presenta en tres componentes: físico, biológico y social. En gran medida está basado en el estudio de Hazen & Sawyer (1998a y 1998b), en informes sobre otros proyectos en el mismo entorno: Bocana Estabilizada en la ciénaga de Tesca, Anillo vial, Vía Perimetral y referencias bibliográficas de la región de Cartagena y del Caribe, en general. Más que transcripción de datos el diagnóstico ofrece una interpretación integral de la información existente para definir el status y tendencias del área de influencia de ESC.

## Área de influencia del ESC

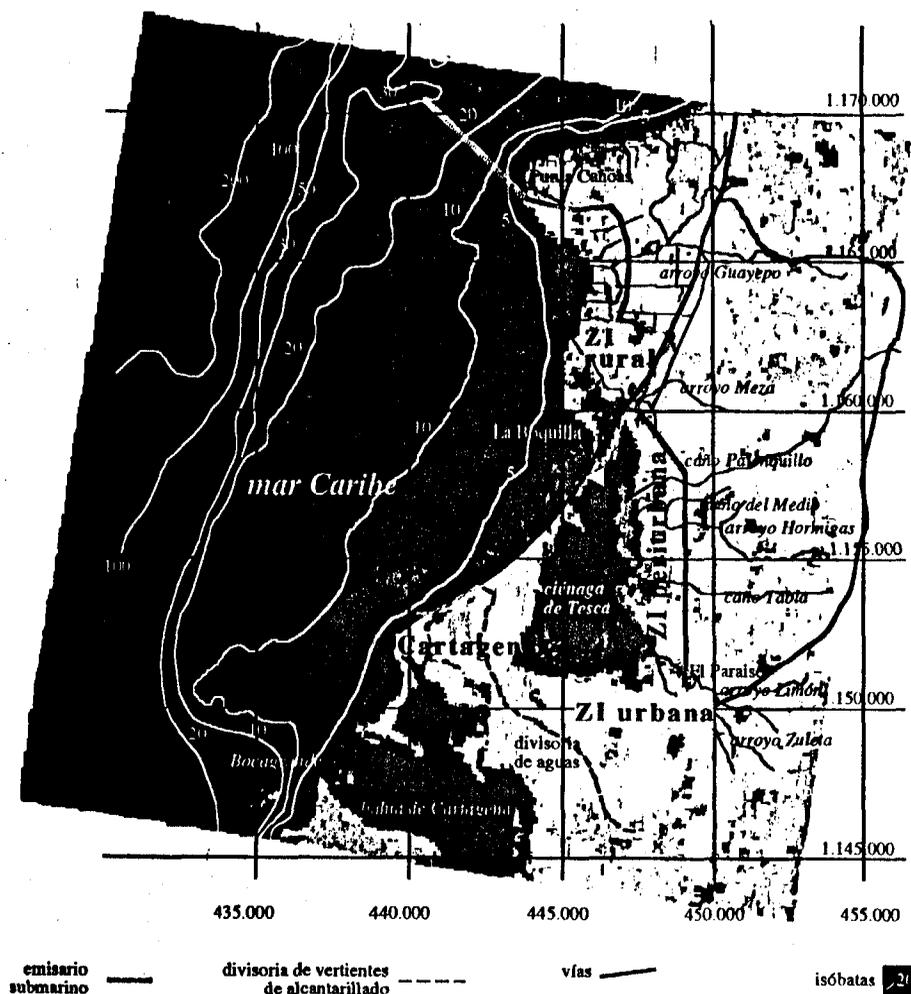
Si bien toda la ciudad de Cartagena es influenciada por los beneficios del ESC, los procesos de construcción y operación del mismo, convergen sobre tres tipos de áreas: la urbana (margen S de la ciénaga de Tesca) y periurbana (barra litoral de La Boquilla y margen E de la ciénaga de Tesca), beneficiadas por la conexión de los colectores de aguas cloacales al emisario y la rural (zona Norte, desde la ciénaga de Tesca hasta Punta Canoas) que sólo facilitará la servidumbre para la instalación de la tubería del emisario, esta última incluye el mar Caribe frente a Punta Canoas. Así, conforman éstas el área de influencia del ESC, ver mapa 3.

Las diferencias entre estas áreas, respecto al entorno físico y biológico y en especial a las relaciones entre las comunidades humanas con aquel, determinan una percepción diferente sobre el proyecto ESC y la ocurrencia de efectos también diferentes.

## 4 Implicaciones ambientales del ESC

Identificadas mediante el planteamiento de las relaciones de causalidad formuladas en el diagnóstico, confrontadas con las actividades y procesos propios del desarrollo del ESC. Se presentan sintetizadas en tablas.

El enfoque identifica consecuencias relativamente menores, asociadas en particular a interferencias en la cotidianidad de las comunidades asentadas a lo largo del corredor del ESC y a la generación de conflictos de intereses y expectativas durante la fase de construcción de los tramos terrestres; en tanto que algunos otros



Mapa 3. Zonas de influencia ambiental directa (ZI) del emisario submarino\* de Cartagena de Indias. Se distinguen la zona urbana al SE de la margen S de la ciénaga de Tesca, las zonas periurbanas de la restinga de La Boquilla y de la margen E de Tesca y la zona rural al N de Tesca hasta Punta Canoas, esta última incluye el mar Caribe.

\*El emisario de este mapa corresponde a la alternativa 3, con profundidad de descarga hasta 30 m; la ruta terrestre es la 3.2 El proyecto recomendado tiene descarga a 20 m de profundidad.

Cartografía base de Hazen & Sawyer (1998a) sobre imagen Landsat de 05.04.88, bandas verde, roja e infrarroja, procesada para este estudio por cortesía del Dr. Federico I. Isla (Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina)

efectos, en particular los marinos, son identificados como menores por Hazen and Sawyer con base en registros de corrientes y en observaciones sobre la vida submarina en el área. Estos tópicos son ampliados en el presente estudio.

### 5 Programas para manejo ambiental del ESC

Estos programas tienen un doble objetivo: minimizar los conflictos durante las fases de construcción y operación del ESC y optimizar los beneficios de él derivados. Las recomendaciones se presentan en nueve programas complementarios, estructurados con base en el status físico, ecológico y social del área de influencia y en la evaluación de las consecuencias ambientales.

Para cada programa se presenta la justificación, objetivos, operatividad, perfil del programa, oportunidad de implementación, duración y un estimativo de costos. Se indica la entidad ejecutora y otras entidades participantes. Porque los programas apuntan a la optimización de beneficios, en su implementación se requiere la participación de otras entidades adscritas o dependientes del Distrito de Cartagena y de las autoridades ambientales.

Para la implementación de los programas se recomienda el gerenciamiento por parte de Acuacar de aquellos relacionados con la minimización de los conflictos de operación y construcción, mientras que Damarena gerencia los de optimización de los beneficios. Como apoyo al gerenciamiento se recomienda la contratación de una firma especializada, independiente de los contratistas de obra y de la interventoría. Esta desarrollará un sistema de información ambiental georeferenciado

(SIA-SIG) que consigne la información antecedente de los estudios ya adelantados y la que generen los programas de manejo ambiental, a medida que estos se desarrollen. El SIA-SIG será accesible vía red y en medio magnético por todos los interesados (Acuacar, Damarena, autoridades ambientales, medios de comunicación, contratistas y ciudadanía) con el objetivo de dar transparencia al desarrollo del ESC y agilizar su gerenciamiento. Las recomendaciones para manejo de la problemática ambiental están organizadas en los siguientes programas:

**5.1 Supervisión ambiental de la construcción** Programa basado en un esquema normativo –desarrollado para el caso específico del ESC– de estricto cumplimiento por parte de los contratistas, interventores, sus empleados y obreros.

**5.2 Gestión social y comunicaciones del ESC** Estructurado en cuatro componentes:

**5.2.1 Campaña de divulgación de las normas y procedimientos ambientales de la construcción**

**5.2.2 Campaña de aceptación pública del ESC y de los programas de manejo**

**5.2.3 Sistema de información y comunicación directa con la comunidad durante la fase de construcción del ESC.**

**5.2.4 Procedimientos para negociación y adquisición de predios y servidumbres.**

**5.3 Restauración, conservación y aprovechamiento perdurable de sistema ciénaga de Tesca-Juan Polo-humedales**. Es el programa fun-

damental para la optimización de los beneficios derivados del ESC. Complementa los planes y obras de recuperación del sistema ciénaga que incluyen además del ESC, la Bocana Estabilizada y la Vía Perimetral.

**5.4 Complementación de información ambiental antecedente y monitoría.** La información antecedente sobre el entorno físico, biológico y social del ESC es escasa, dispersa y en ocasiones contradictoria. Este programa recomienda las investigaciones complementarias y su continuidad para la evaluación de consecuencias y para el ajuste a otros programas de manejo ambiental.

**5.5 Educación y sensibilización ambientales.** Dirigido a comunidades beneficiadas o relacionadas con el ESC, particularmente las marginales a la ciénaga de Tesca.

**5.6 Operación del sistema de alcantarillado durante fase interina de construcción.** Identifica las varias alternativas subóptimas disponibles y propone realizar una evaluación multiobjetivo de las mismas.

**5.7 Control y manejo de vertimientos industriales.** Contempla el inventario de las fuentes de residuos tóxicos y contaminantes, la cuantificación y monitoría de las descargas y sustancias, la evaluación de los resultados y el análisis multiobjetivo de las alternativas de control disponibles.

**5.8 Suministro de agua potable a poblaciones nucleadas de la zona Norte.** Ampliación del proyecto de acueducto de la Zona Norte para prestar servicio a poblaciones no beneficiarias.

**5.9 Fortalecimiento institucional.** Dirigido a las entidades públicas y privadas, locales y regionales, que por su jurisdicción sobre los distintos sectores del área de influencia del ESC y su competencia sobre los componentes ambientales físicos, ecológicos y sociales, juegan un papel decisivo en el manejo de los beneficios y consecuencias del ESC.

### Anexos

El informe se complementa con los siguientes anexos:

I Síntesis de los talleres desarrollados en octubre de 1998 con las comunidades del área de influencia del ESC y otras actividades de participación ciudadana realizadas por Acuacar en 1998 y 1999.

II Resultados de la monitoría limnológica e hidrológica de la ciénaga de Tesca, llevada a cabo para este estudio.

III Información complementaria física, ecológica y social del área de influencia del ESC, antecedente para definición de recomendaciones para el manejo ambiental del ESC.

IV Información complementaria sobre los programas de manejo ambiental.

V Anexo fotográfico del entorno del ESC, la problemática ambiental de Cartagena y las comunidades involucradas

VI Bibliografía utilizada en el presente informe.

VII Lista del equipo de trabajo del eia: nombre, profesión, vinculación institucional y temática trabajada en el estudio.

## **II marco legal e institucional**

## Marco legal

### Introducción

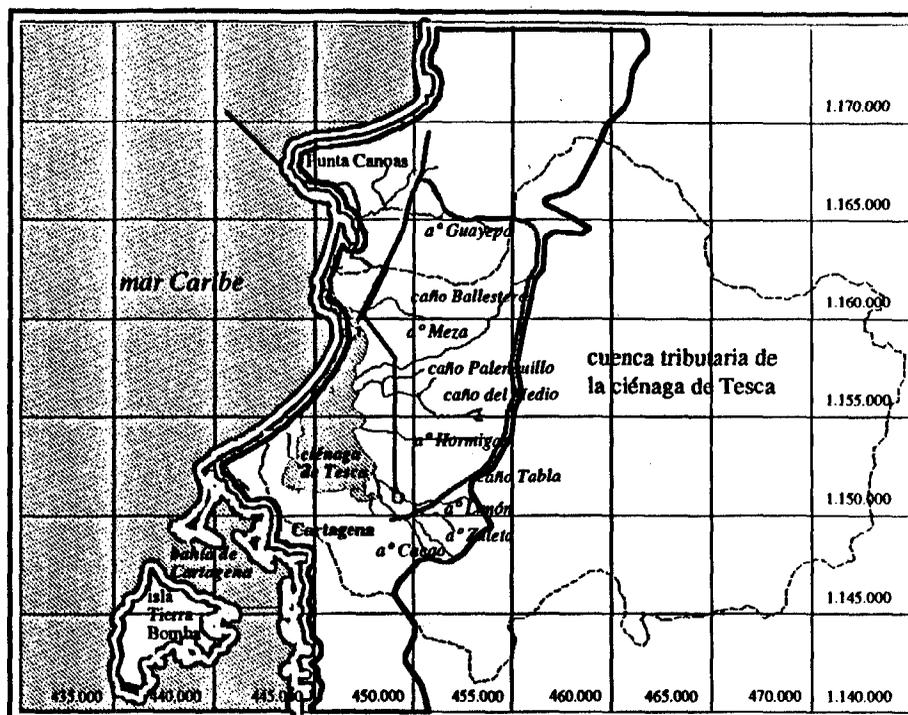
En este capítulo se relacionan las principales normas legales vigentes pertinentes al desarrollo del ESC. En particular, se reseñan aquellas relacionadas con la evaluación, control, permisos de uso y aprovechamiento de recursos naturales y medidas punitivas.

La tabla 2. presenta la normatividad vigente discriminada para el Ministerio del Medio Ambiente y sus entidades adscritas, de acuerdo con los diferentes niveles territoriales de competencia: nacional, regional o local, ver mapa 4. Así mismo se relacionan otras entidades y las normas que las facultan en materia ambiental, de servicios públicos y de derechos ciudadanos.

Finalmente, se explicitan las normas relacionadas con las descargas de contaminantes, la obtención de la licencia ambiental, las normas relacionadas con los programas manejo ambiental recomendados por este estudio y los tratados y convenciones internacionales de los que Colombia es signataria, relacionadas con protección de humedales, recursos naturales renovables y vertimientos de contaminantes.

### Competencia institucional

El área de influencia de directa e indirecta del ESC se encuentra en su totalidad dentro de la jurisdicción de la *Corporación Autónoma para el Canal del Dique* (Cardique), con la excepción de la zona del mar territorial frente a Punta Canoas donde se localiza el tramo submarino del emisario, sobre la cual ejerce autoridad



MinAmbiente — Cardique — Damarena — Dimar — vías — emisario — cuenca —  
Mapa 4. Jurisdicción de las diferentes entidades del sector ambiental relacionadas con el desarrollo del ESC, según lo definido por la ley 99 de 1993.

Cartografía base de Hazen & Sawyer (1998a)

en materia ambiental el *Ministerio del Medio Ambiente* (MinAmbiente) (ver mapa 4.). El *Departamento Administrativo del Medio Ambiente del Distrito de Cartagena* (Damarena) también tiene jurisdicción sobre el ámbito terrestre de las áreas de influencia del emisario y competencia en materia de control y vigilancia.

Finalmente, las áreas de playa y terrenos de bajamar están en jurisdicción de la *Dirección General Marítima y Portuaria* (Dimar), a esta entidad compete la autorización para la ocupación de estos terrenos.

### Licencia ambiental

De acuerdo con la Resolución 655 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente, la licencia se otorgará mediante un único acto administrativo que llevará implícitos los permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental requeridos para la ejecución de las obras y actividades del proyecto.

Para la ejecución del ESC se requerirá la ocupación de cauce de los arroyos cruzados por la tubería de conducción de las aguas residuales y la ocupación temporal

de las playas frente a Punta Canoas, estas autorizaciones, deberán solicitarse y tramitarse a través de una Licencia Ambiental Única.

### Normas relacionadas con la obtención de la licencia ambiental

La ley 99 de 1993, establece en el artículo 53 la competencia de la *Corporación Autónoma Regional* (CAREs) para otorgar licencias ambientales. Este artículo fue desarrollado por el decreto 1753 de 1994; el § 8, numeral 15 del decreto explica que las CAREs podrán otorgar licencia ambiental en caso que la obra o actividad se trate de: "Construcción y operación de sistemas de alcantarillado, interceptores marginales, sistemas y estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y disposición final de aguas residuales de entidades territoriales bajo jurisdicción de la corporación autónoma regional respectiva, para comunidades de más de 20.000 habitantes".

La Ley 99 de 1993, § 31, numerales 9, 12 y 14 faculta a las CAREs para otorgar permisos, concesiones, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley, para el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables o para el desarrollo de obras y actividades que puedan afectar el medio ambiente. Así como también a realizar el seguimiento, evaluación y control ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de residuos líquidos u otras sustancias que puedan vulnerar el ambiente.

La ley 99 de 1993, establece que los permisos respecto a la ocupación temporal de playas y terrenos de bajamar le corres-

ponde a la Dimar, en este sentido, el decreto 1753 de 1994 § 8, numeral 30, expone que las CAREs otorgarán la licencia ambiental cuando "las obras o actividades requieran concesiones, licencias o autorizaciones de la Dimar".

El § 51 de la Ley 99 de 1993 establece cuales son las entidades con capacidad para otorgar licencias ambientales. El § 52 establece de manera enunciativa, no taxativa, cuáles son los asuntos de competencia exclusiva del MinAmbiente en el otorgamiento de la licencia ambiental. Como consecuencia, algunos eventos no señalados en dicha norma pueden ser de competencia del Ministerio.

El § 57 de la citada ley define los EIA, su contenido y la autoridad a quien corresponde fijar los términos de referencia y evaluar el respectivo estudio.

El decreto 1753 de 1994 reglamenta estos aspectos de la Ley 99 de 1993. El § 2 define la licencia ambiental y el § 3 su contenido. En el § 6 se señala la competencia para otorgar licencias ambientales y el § 7 establece -también de manera enunciativa, no taxativa como en el § 52 de la Ley 99 de 1993- en que casos ésta es exclusiva (privativa) del MinAmbiente. En este sentido y de acuerdo con el concepto del Consejo de Estado<sup>1</sup> se considera que la competencia para la expedición de la Licencia Ambiental del ESC la tiene el MinAmbiente, teniendo en cuenta que éste se reconstruirá y operará dentro de la franja del mar territorial.

<sup>1</sup> Consulta absuelta por la Sala de Consulta Civil del Consejo de Estado al Ministerio de Minas y Energía, radicación n° 496 de 17 de marzo de 1993

### Vertimiento de residuos líquidos a cuerpos de agua

El Código de Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974) establece la propiedad, usos e influencia ambiental de los recursos naturales renovables (libro II); en lo referente a la aguas no marítimas (parte III) para el uso, conservación y preservación de las aguas (título VI). Esta normativa es relevante para el ESC en particular durante en la etapa interina y se tiene en cuenta en el diseño de las recomendaciones de manejo consignadas en el capítulo VI, puesto que uno de los cuerpos de agua relacionados con este proyecto es la ciénaga de Tesca, considerada como cuerpo de agua no marítima de fundamental importancia para el establecimiento de las mejores condiciones ambientales que el ESC persigue.

Así mismo, en el Libro II, parte IV de este código, se establece la protección del mar y su fondo, haciendo énfasis en la prevención y control de la contaminación del medio marino "con sustancias que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar los recursos hidrobiológicos y menoscabar las posibilidades de esparcimiento o entorpecer los demás usos legítimos del mar" (§ 164). Se lee en esta misma parte que "El ejercicio de cualquier actividad que pueda causar contaminación o depredación del medio marino requiere permisos" (§165).

El decreto 1594 de 1984, reglamenta parcialmente el Código de Recursos Naturales en cuanto a los usos del agua y residuos líquidos. En particular para el ESC son de fundamental importancia los criterios establecidos para la calidad de las aguas de uso recreativo, en tanto que, si

Tabla 3. Normas colombianas para cuerpos de agua de uso recreativo (Decreto 1594 de 1984)

parámetro	unidades	contacto primario <sup>1</sup>	contacto secundario <sup>2</sup>
coliformes totales	NMP/dl	1,000	5,000
coliformes fecales	NMP/dl	200	-
compuestos fenólicos	mg/l	0.002	-
oxígeno disuelto	% de concentración de saturación	70	70
pH	unidades	5 - 9	5 - 9
tensoactivos <sup>3</sup>	mg/l	0.5	0.5

<sup>1</sup> Natación y buceo

<sup>2</sup> Deporte náutico y pesca

<sup>3</sup> sustancias reactivas al azul de metileno

llegase a ocurrir una situación eventual se podrían ver comprometidas las playas (Capítulo III § 34, Capítulo IV § 42); así como también los criterios establecidos para el vertimiento de residuos líquidos a un cuerpo de agua (capítulo VI §§ 70, 72 y 73).

Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso con fines recreativos mediante contacto primario y secundario, definidos por el decreto 1594 de 1984, se presentan en la tabla 3. El decreto resalta que: "No se aceptará en el recurso película visible de grasas y aceite flotantes, presencia de materiales flotantes provenientes de actividad humana, sustancias tóxicas o irritantes cuya acción por contacto, ingestión o inhalación, produzcan reacciones adversas so-

bre la salud humana." Esta norma se tomo como criterio de calidad para el diseño del ESC por cuanto no existe en la legislación ambiental colombiana normatividad relacionada con vertimientos por emisarios submarinos.

Se debe resaltar que los valores establecidos en esta normatividad a las concentraciones de coliformes fecales para contacto primario es una de los más estrictas, en relación con otros países en latinoamérica que han implementado emisarios submarinos (en Perú y Brasil el límite normativo de coliformes fecales para contacto primario es de 1.000UCF/dl, con una propabilidad de excedencia el 80%, para Colombia la medida es de 200UCF/dl, con una propabilidad de excedencia del 90%). Frente a la concentración de coli-

Tabla 4. Normas colombianas para el vertimiento a cuerpos de agua

referencia	usuario existente	usuario nuevo
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
temperatura	40° C	40° C
material flotante	ausente	ausente
grasas y aceites	remoción 80% en carga	remoción 80% en carga
sólidos suspendidos domésticos o industriales	remoción 50% en carga	remoción 80% en carga
demanda bioquímica de oxígeno		
para desechos domésticos	remoción 30% en carga	remoción 80% en carga
para desechos industriales	remoción 20% en carga	remoción 80% en carga

Tabla 2. Autoridades competentes en el área del proyecto y para los trámites legales ambientales requeridos

autoridad	norma aplicable	contenido
Ministerio del Medio Ambiente	Ley 99 de 1993 § 5, numeral 15	Evaluar los estudios ambientales y expedir, negar o suspender la licencia ambiental correspondiente a los casos señalados en el título VIII de esta ley
	numeral 23	Adoptar las medidas necesarias para proteger la flora y fauna silvestre
	numeral 24	Tomar provisiones para defender especies en vía de extinción
	numeral 25	Regular la conservación, preservación uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables en las zonas marinas y costeras. Coordinar las actividades de las entidades encargadas de la investigación, protección y manejo del medio marino, de sus recursos vivos y de las costas y playas
	numeral 29	Establecer los límites máximos permisibles para la descarga de sustancias, productos o compuestos que puedan afectar el medio ambiente
	numeral 31	Fijar el monto tarifario de tasas para uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables
	numeral 35	Dirimir discrepancias entre las instituciones del SINA
	§ 6	Hacer evaluación, seguimiento y control de los factores de riesgo.
	§ 52	Ejercer las funciones que no hayan sido expresamente atribuidas por la ley a otra autoridad.
	Decreto 1753 de 1994, § 7	Competencia del ministerio para otorgar licencia ambiental.
	§ 16	Competencia del ministerio del medio ambiente.
Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique)	Ley 14 de 1923 Ley 10 de 1978	Competencia de evaluación y control. Podrá ordenar la suspensión de los trabajos o actividades e igualmente solicitar o aplicar directamente las medidas de policía y sancionamiento a que haya lugar.
	§ 31 - numeral 12 numeral 13 numeral 17	Competencia del Ministerio del Medio Ambiente sobre el área del mar territorial. Consulta del consejo de estado 496 del 17 de marzo de 1993.
	§ 53 Ley 99/93	Ejercer funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y demás recursos naturales renovables.
	§ 31 numerales 9, 12 y 14	Recaudar tasa, derechos a tarifas, multas por el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Imponer y ejecutar a prevención medidas de policía y las sanciones previstas en la ley por violación a las normas de protección ambiental.
Departamento Administrativo del Medio Ambiente del Distrito de Cartagena (Damarena)	Decreto 1753 de 1995, § 8, numeral 15	Competencia a las CAR para otorgar licencia ambiental
	Acuerdo Distrital 821 de 1993	Competencia a las CAR para otorgar permisos, concesiones, autorizaciones exigidas por la ley para el desarrollo de obras y actividades
Dirección General Marítima y Portuaria (Dimar)	Resolución 0537 de 1997 de Cardique	Define los casos en los cuales las CAR pueden otorgar licencia ambiental
	Decreto 2324/84 Ley 99/93 § 21 Parágrafo 2	Ejerce el control del medio ambiente y aplica las medidas de inspección, vigilancia, acciones policivas, imposición de multas por infracción o actos cometidos contra los ecosistemas de entorno. Estas funciones las ejerce preventivamente al amparo del código de policía.
Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (Inpa)	Decreto 1753 de 1995, § 8, numeral 15	Instruir investigaciones por presuntas infracciones a la legislación ambiental en el área de su jurisdicción
	Ley 13 de 1990 Decreto 2259/91	Otorgar permisos para la tala de árboles
Superintendencia de Servicios Públicos	Ley 99/93 § 31 Parágrafo 5°	Funciones de Dimar
	Ley 142 de 1994, § 76	Otorgar autorizaciones, permisos y concesiones, previa declaratoria favorable de la autoridad ambiental para la ocupación temporal de las playas y terrenos de baja mar.
	§ 79.1	Creación del INPA
	§ 79.5	Regular, vigilar, controlar el aprovechamiento del recurso pesquero
	§ 80	Le corresponde el ordenamiento, manejo y todas las demás actividades relacionadas con la pesca y sus recursos, excepto, lo estipulado en el numeral 45 del § 5° y el numeral 9° del presente §
		Creación y naturaleza de las empresas de servicios públicos domiciliarios (ESPes)

§ 81

Sanciones por violación a las normas vigentes aplicables.

Tabla 2. Autoridades competentes en el área del proyecto y para los trámites legales ambientales requeridos (continuación)

autoridad	norma aplicable	contenido
Procuraduría General de la Nación/ Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales	Constitución Política § 277 numeral 4	Defender los intereses colectivos, en especial el ambiente.
	numeral 1°	Vigilar el cumplimiento de la Constitución, las leyes, las decisiones judiciales y los actos administrativos.
	numeral 2°	Defender los intereses de la sociedad.
	numeral 7°	Intervenir en los procesos y ante las autoridades judiciales o administrativas, cuando sea necesario en defensa del orden jurídico, del patrimonio público o de los derechos y garantías fundamentales.
	numeral 10°	Ejercer funciones de policía. Podrá interponer las acciones que estime pertinente.
	Ley 99/93, § 97	Creación de la Procuraduría Delegada dentro de la Procuraduría General de la Nación.
	numeral 1°	Velar por la defensa del medio ambiente.
Defensoría del Pueblo	numeral 2°	Intervenir en actuaciones administrativas y de policía en defensa del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y del derecho de la comunidad a un ambiente sano.
	numeral 3°	Velar por el cumplimiento de la Constitución, las leyes, los reglamentos las decisiones judiciales y demás normas superiores.
	numeral 4°	Interponer directamente o por intermedio del defensor del pueblo, las acciones previstas en la Constitución política y la ley para la defensa del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.
	Ley 99/93, § 72	Podrá solicitar la realización de una audiencia pública dentro del trámite para el otorgamiento de permiso o licencia ambiental cuando se desarrolle o pretenda desarrollar una obra o actividad que pueda causar impacto al medio ambiente o a los recursos naturales renovables.
Ministerio del Interior	Constitución Política § 282	Velará por la promoción, el ejercicio y la divulgación de los derechos humanos.
	numeral 1°	Orientar e instruir a los habitantes del territorio y a colombianos en el exterior en el ejercicio y defensa de sus derechos ante las autoridades competentes.
	numeral 4°	Orientar y dirigir la Defensoría pública en los términos que señale la ley.
Ministerio del Interior	numeral 5°	Interponer acciones populares en asuntos relacionados con su competencia.
	Decreto 1753/94, § 72	Solicitar la realización de una audiencia pública dentro del trámite para la obtención del permiso o licencia ambiental cuando se desarrolle o pretenda desarrollar obra o actividad que pueda causar impacto al medio ambiente o a los recursos naturales renovables.
Ministerio del Interior	Decreto 1320 de julio de 1998.	Regulación de la consulta previa para comunidades negras.

formas fecales para contacto secundario, la normativa colombiana no define ningún criterio; sin embargo el Estudio de Factibilidad de este proyecto recomienda utilizar un valor de 1.000UCF/dl con base en los 5.000UCF/dl establecidos para coliformes totales en dicho Decreto.

Frente a los criterios establecidos para la disposición de residuos líquidos a un cuerpo de agua, este Decreto establece los valores consignados en la tabla 4. Se aclara que: "Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de un sis-

tema de tratamiento de agua o equipos de control de contaminación ambiental, y otras tales como cenizas, cachaza y bagazo, no podrán disponerse en cuerpos de aguas superficiales, subterráneas, marinas, estuarias o sistemas de alcantarillado, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos sólidos" (§ 70).

En este orden de ideas y de acuerdo con la normativa Colombiana, toda utilización de forma directa e indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para vertir

residuos líquidos o sólidos, está sujeta al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas que puedan generar estos vertimientos (Dcto 1594/84 capítulo XII. Ley 99/93 § 42 y Dcto 901/97 capítulo III). La Entidad encargada de recaudar estas tasas en Cartagena, es la Corporación Autónoma para el Canal del Dique (Cardique).

### Políticas Ambientales del Banco Mundial

El Banco Mundial establece en la Directriz Operativa 4.01 y específicamente en

el *Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental* los criterios, procedimientos y políticas bajo las cuales deben orientarse las evaluaciones ambientales de los proyectos propuestos.

El Banco Mundial plantea las evaluaciones ambientales (EA) como un requisito fundamental en la implementación de proyectos que puedan generar consecuencias ambientales. En este sentido define que las EA en proyectos de disposición y manejo de aguas residuales, deben permitir, por un lado, el análisis conjunto de las

tecnologías de tratamiento y del método de disposición final; y de otro, la consideración de las políticas del Banco, con el fin de garantizar la aplicación de prácticas ambientales idóneas a lo largo de la preparación, ejecución y supervisión de los proyectos.

En este sentido, y de acuerdo con la política ambiental del Banco y lo establecido en la Directriz Operativa 4.01, en lo referente al análisis del marco legal de proyectos que recomiendan emisarios marinos, la aprobación y adopción, por parte del Prestatario, de leyes ambientales internacionales para la protección del medio ambiente marino y de los ecosistemas y especies asociados con él, constituyen una garantía ambiental para la implementación de estos proyectos.

Así, una de las políticas del Banco frente al análisis del marco legal de la EA es la de: " Brindar ayuda al Prestatario para determinar si el proyecto viola las convenciones ambientales internacionales relevantes...

... Considerando que a medida que se formulan planes nacionales que tienen en cuenta las fuentes terrestres de contaminación existirán tendencias de adoptar conceptos tales con el ' principio preventivo' el cual se destacó en la Declaración de Río de 1992. Esto requiere que se tomen medidas preventivas cuando existan razones para pensar que las sustancias que se introducen en el medio ambiente marino pueden representar peligros para la salud humana, perjudicar los ecosistemas marinos o interferir con otros usos legítimos del mar, aún cuando no exista evidencia concluyente sobre la relación causal. En consecuencia, las convenciones que acojan el principio preventivo es-

Tabla 5. Convenios internacionales para la protección del medio ambiente de los cuales es signataria Colombia

Convenio	fecha de celebración	ratificación	relación con el proyecto ESC
Convención sobre la Diversidad Biológica	05.06.1992	Ley 165, 1994	<b>Plan de Manejo:</b> programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca-Juan Polo. Conservar la biodiversidad, la utilización perdurable de sus componentes y la participación equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, establecer áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad, rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados y recuperar especies amenazadas
Convención de Ramsar	02.02.1971	Ley 357, 1997	<b>Plan de Manejo:</b> programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca-Juan Polo. Protección de humedales de importancia internacional, especialmente como hábitats de aves acuáticas
Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe	24.03.1983	Ley 56, 1987	<b>Etapas de operación del ESC:</b> Protección del medio ambiente marino y sus ecosistemas, obliga a las partes a prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por el vertimiento de residuos líquidos y sólidos provenientes de fuentes de contaminación terrestre, buques, instalaciones de desagüe entre otros
Protocolo Relativo a las Áreas de Fauna y Flora Silvestre Especialmente Protegidas en la Región del Gran Caribe (SPAW)	18.01.1990	Ley 356, 1997	<b>Plan de Manejo:</b> programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca-Juan Polo. Establecimiento de acciones de protección, preservación y mejoramiento de áreas de fauna y flora que por su valor especial lo requieran o porque estén amenazadas o en peligro de extinción. Regular y prohibir actividades que tengan efectos negativos sobre áreas especialmente protegidas
Protocolo de Cooperación para Combatir el Derrame de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe	24.03.1983	Ley 56, 1987	No es pertinente para el proyecto en tanto que durante las diferentes etapas para la implementación del mismo no se espera almacenamiento litoral ni movilización de hidrocarburos en el mar
Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural	23.11.1971	Ley 45, 1983	<b>Plan de Manejo:</b> programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca-Juan Polo. Protección de áreas que por sus características ecológicas, culturales, estéticas, históricas representan un patrimonio para las generaciones presentes y futuras
Convención sobre el Comercio Internacional de Fauna y Flora Silvestre (CITES)	03.03.1973	Ley 17, 1981	<b>Plan de Manejo:</b> programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca-Juan Polo. Establece límites para el tráfico y comercio internacional de especies amenazadas o en peligro de extinción
Convención sobre Pesca y Conservación de los Recursos Vivos de Altamar	29.04.1958	Ley 119, 1961	No es aplicable al proyecto puesto que los recursos de altamar no se verán afectados por la construcción y operación del ESC
Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por Buques (MARPOL)	02.11.1973	Ley 12, 1981	No es pertinente para el proyecto en tanto que durante las diferentes etapas para la implementación del mismo no se espera almacenamiento litoral ni movilización de hidrocarburos en el mar
Declaratoria de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	14.06.1992		En las diferentes etapas del proyecto en tanto que proporciona un marco de referencia para la protección del medio ambiente como parte integral del proceso de desarrollo, regido bajo principios de prevención de la contaminación, aprovechamiento perdurable de los recursos naturales, acordes con políticas de desarrollo ambiental que tengan como fin el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras

Esta declaración no cuenta con una ley de aprobación, puesto que ella no es jurídicamente vinculante. Consulta realizada telefónicamente a la Doctora Ana María Hernández, investigadora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt". 09/03/99.

tán obligadas a poner en práctica medidas preventivas en una etapa temprana aún cuando los análisis concluyentes no estén disponibles todavía"

### Convenios internacionales para la protección del medio ambiente de los cuales es signataria Colombia

Los convenios que se presentan en la tabla 5. constituyen el marco legal internacional bajo el cual se enmarca el proyecto de disposición y manejo de las aguas residuales de Cartagena, así como también las recomendaciones que se presentan en el plan de manejo del presente estudio.

### Normas relacionadas con el Programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca Juan Polo

Para la implementación del Programa de Restauración, Conservación y Aprove-

chamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca Juan Polo, recomendado en el Plan de Manejo del E.S.C., se debe considerar la siguiente normativa referente a la creación de áreas protegidas. (Dcto Ley 2811/74. Libro II, parte XII Titulo II - Libro II, parte XII capítulo v)

El Dcto Ley 2811/74 define de forma genérica las áreas de manejo especial, como aquellas que: "se delimitan para administración, manejo y protección del ambiente y de los recursos naturales renovables" (§ 308), estas áreas integran a su vez el sistema de parques nacionales que de acuerdo con este código se define como: "el conjunto de 'áreas con valores excepcionales para el patrimonio nacional que, en beneficio de los habitantes de la nación y debido a sus características naturales, culturales o históricas, se reserva y se declara comprendida en diferentes categorías" (§ 327). Las categorías de áreas de manejo especial se definen en el artículo 329 de este código y se clasifican

como: parque nacional, reserva natural, área natural única, santuario de flora y fauna y vía parque.

El decreto 622/77 reglamenta el capítulo V, título II, parte XII Libro II del decreto 2811/74, referente al Sistema de Parques Nacionales, establece la zonificación para cada una de las figuras que lo integran (Capítulo 5, § 18) y la administración de estas áreas se la otorga en ese momento al Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - Inderena-; sin embargo la ley 99/93 en su título XV § 98 suprime y liquida dicho instituto, y le otorga a las Corporaciones Autónomas Regionales las funciones de: "reservar, alinear, administrar o sustraer en los términos y condiciones que fije la ley y los reglamentos, los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación del suelo, las reservas forestales y *parques naturales de carácter regional*, reglamentar su uso y funcionamiento..." (Título VI, § 16, Ley 99/93).

De acuerdo con esta normativa y con los lineamientos establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial con relación a la conservación de ecosistemas estratégicos, los usos para las zonas costeras y el mejoramiento del entorno de la zona sur oriental (El Universal, pag. 7A, 28/02/99), el Programa de Restauración, Conservación y Aprovechamiento Perdurable del Sistema Ciénaga de Tesca Juan Polo, propuesto en el Plan de Manejo del presente estudio, recomienda que la figura que se cree como área de manejo especial se rija bajo el criterio de vía parque, con la respectiva zonificación definida el decreto 622/77, y cuya declaración sea de carácter regional con el fin de lograr una mayor autonomía y participación entre las instituciones distritales (DAMARENA, DADIS, Secretaría de planeación Distrital - POT) y la institución regional (Cardique), encargadas de la administración y la gestión ambiental en las áreas de su jurisdicción.

# III proyecto ESC

## Proyecto de emisario submarino de Cartagena

### Antecedentes

Cartagena de Indias, una de las cinco ciudades colombianas más importantes (ca. 750.000 habitantes en 1997), es centro turístico, puerto comercial, zona industrial y ha sido catalogada como Patrimonio Histórico de la Humanidad por sus tesoros arquitectónicos de la época colonial española.

Los servicios de alcantarillado sirven a sólo el 60% de la población urbana. Las descargas del sistema actual de la ciudad, con un promedio total de 144.000 m<sup>3</sup>/día, van hacia la bahía interior en un 40% y a la ciénaga de Tesca el 60% restante. Este hecho ha ocasionado una notoria degradación de la calidad de agua y afectado a las comunidades residentes en las orillas de la bahía y de la ciénaga.

Aguas de Cartagena S.A. E.S.P. (Acuacar)<sup>1</sup>, se propone lograr una cobertura en alcantarillado del 95% de la población urbana para el año 2003.

Para este objeto, se ha elaborado y está en proceso constructivo un Plan Maestro de Alcantarillado, iniciado en 1996, con la construcción de la primera etapa que incluye rehabilitación, ampliación y construcción de conexiones domicilia-

<sup>1</sup> Acuacar es una entidad de economía mixta, de servicios públicos, fundada en 1995. Accionistas: Distrito de Cartagena (50% del capital accionario), Sociedad Aguas de Barcelona (45,9%) y otros particulares (4,1%). Acuacar tiene a su cargo la provisión de agua potable y el manejo de aguas servidas (recolección, transporte y disposición final) para Cartagena.

rias, redes principales, colectores, tuberías de presión (impulsoras) y estaciones de bombeo. De esta manera serán dotadas de redes amplias zonas de la ciudad, que actualmente no cuentan con el servicio, especialmente en la zona SE. Esta primera etapa se adelanta con recursos provenientes del Banco Mundial, del Distrito de Cartagena y aportes de la nación.

Adicionalmente se adelanta la construcción de un interceptor de 2,0 m de diámetro para eliminar las descargas múltiples a la Ciénaga de Tesca y dirigir las a la estación de bombeo de El Paraíso.

El Plan Maestro debe ser complementado con el sistema de tratamiento y transporte de los efluentes hasta un sitio final que no interfiera con el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida, con los mínimos efectos ambientales posibles.

Se espera que el Banco Mundial financie el ESC y obras complementarias, inclusive la cobertura de alcantarillado para zonas marginales. El estudio de factibilidad del emisario, elaborado por Hazen & Sawyer y entregado en octubre de 1998, incluye los diseños técnicos preliminares y el diagnóstico ambiental de alternativas.<sup>2</sup>

### Proyecciones para el diseño

El diseño se ha realizado para cubrir, en dos etapas, las necesidades de 1.058.000 personas en el año 2015 (Etapa I) y 1.295.000 para el año 2025 (Etapa II), según se muestra en la figura 1.

Adicionalmente al crecimiento esperado del casco urbano actual, se contempla la necesidad de incluir en el proyecto el de-

<sup>2</sup> Descripción del proyecto sintetizada de Hazen & Sawyer, 1998a

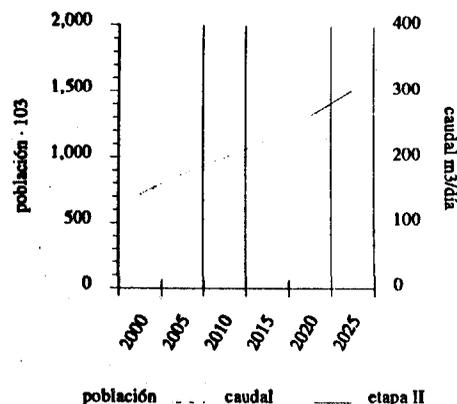


Figura 1. proyecciones de población y caudal para diseño del ESC

sarrollo urbanístico de la zona norte de la ciudad, caudal de 36.000 m<sup>3</sup>/día adicionales en el año 2025. A partir de dicho año, Cartagena deberá contemplar otras soluciones para las necesidades suplementarias.

### Características de las aguas residuales

Los muestreos de aguas residuales en diversos puntos de la ciudad, realizados por Acuacar y complementados por Hazen & Sawyer, arrojaron los valores típicos de aguas de origen doméstico, resumidos en la tabla 6., en lo relacionado con los contaminantes convencionales de clase I (nutrientes y material orgánico) y clase II (patógenos, con los coliformes totales y fecales como indicadores). No se han realizado muestreos de virus.

Para contaminantes de clase III (metales pesados), sólo se cuenta con muestras de fondo béntico, tomadas por Carinsa & Haskoning (1996) en la ciénaga de Tes-

Tabla 6. Características de las aguas residuales de Cartagena de Indias

parámetro	unidad	concentración	
		media	diseño
DBO5	mg/l	200-300	275
SST	mg/l	200-350	275
N total	mg/l	65	70
N-NH3	mg/l	40	45
P total	mg/l	15	18
grasas+aceites	mg/l	35	35

coliformes			
totales	UCF/dl	1-109	1-109
fecales	UCF/dl	1-108	1-108

físicos			
O <sub>2</sub> disuelto	mg/l	0,3-0,9	
Eh	mv	-240 a -280	
temperatura	C	29 -31	
pH	mg/l	6,9 - 7,2	
Cl <sup>-</sup>	mg/l	400 - 1.000	
SO <sub>2</sub> <sup>=</sup> totales	mg/l	5 - 9	
SO <sub>2</sub> <sup>=</sup> disueltos	mg/l	4 - 7	
Ø <sub>máximo</sub> sólidos	cm	2	

Fuente: Hazen & Sawyer, 1998a

ca, con los valores máximos mostrados en la tabla 7.

Hazen & Sawyer hace notar que, aunque las concentraciones de metales pesados observadas son bajas, las muestras probablemente no fueron tomadas en la cercanía de las descargas, donde pudieran ser más altas.

Tabla 7. Concentraciones de contaminantes clase III (metales pesados) en sedimentos de ciénaga de Tesca (en ppm)

metal	Cr	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	As	Hg
máxima Tesca <sup>1</sup>	78	9	37	49	90	14	18	-
media natural <sup>2</sup>	72	0.2	33	95	52	19	7.7	0.2

<sup>1</sup> Carinsa-Haskoning (1996)  
<sup>2</sup> Bowen (1979)

Tampoco se cuenta con información sobre la presencia en las aguas residuales de Cartagena, de contaminantes de clase IV (químicos tóxicos o compuestos orgánicos sintéticos). De seis químicos evaluados en la ciénaga de Tesca (Dieldrín, Aldrín, Endrín, DDT, PCB y HAPN), tres (PCB y los insecticidas Dieldrín y DDT) exceden los límites establecidos en Holanda (Carinsa-Haskoning, 1996). Sin embargo, estas sustancias pueden ingresar a Tesca vía escorrentía de zonas agrícolas y no vía aguas servidas de Cartagena (Hazen & Sawyer, 1998a).

Los valores de diseño presentados en la tabla 6. dan márgenes de seguridad para las fluctuaciones de los parámetros indicados. Pero será necesario incluir en la monitoría y en el establecimiento de información antecedente, un programa de detección y medición de los contaminantes de clases II, III y IV sobre cuya presencia en las aguas residuales de Cartagena no se tiene certeza.

### Proyecto recomendado

Por sus características ambientales, definidas en la Directriz Operacional 4.01 del Banco Mundial, el proyecto debe ser considerado en la Categoría A (emisario nuevo, en una ciudad mayor de 100.000 habitantes). La alternativa 3.2 del proyecto, recomendada por Hazen & Sawyer, 1998a (ver mapa 5.) consta de los siguientes elementos (figura 2):

#### Etapa I (2005 a 2015)

1 Mejoras en la estación de bombas de El Paraíso. Instalaciones de militamices y desarenadores para tratamiento preliminar:

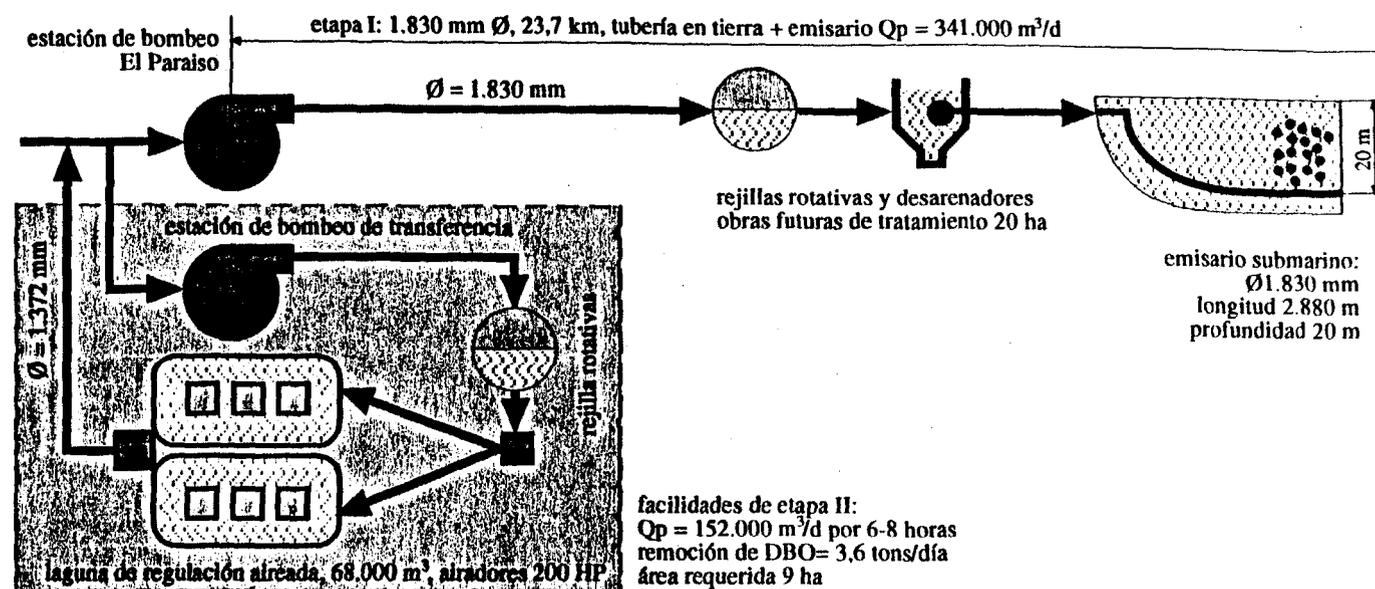


Figura 2. Esquema del proyecto de ESC recomendado por Hazen & Sawyer. Tomado de Hazen & Sawyer, 1998a

- Seis rejillas de militamices rotativas, con posibilidad de instalación futura de dos militamices más, para remoción del 99% de sólidos en suspensión (ca. 30 a 40 m<sup>3</sup>/día de material suspendido), más el 30% de los aceites y grasas.

- Dos cámaras desarenadoras de tipo vórtice, con 52 m<sup>3</sup> de capacidad cada una. Removerán el 75% de las partículas que pasan el tamiz 140 (entre 6 y 7 m<sup>3</sup>/día de sólidos con el caudal máximo).

2 Construcción de emisario final, en tubería de 1,83 m de diámetro interior, en concreto reforzado sin cilindro (o fibra de vidrio para el tramo terrestre):

- Tramo terrestre: 20.850 m de longitud, utilizará en su gran mayoría servidumbres existentes.

- Tramo submarino: 2.850 m de longitud, hasta una profundidad de 20 m

- Difusor de 500 m de longitud, con 27 tuberías elevadoras, con dos boquillas de 0,20 m de diámetro cada una.

#### Etapa II (2015 a 2025)

Estación de bombeo de transferencia

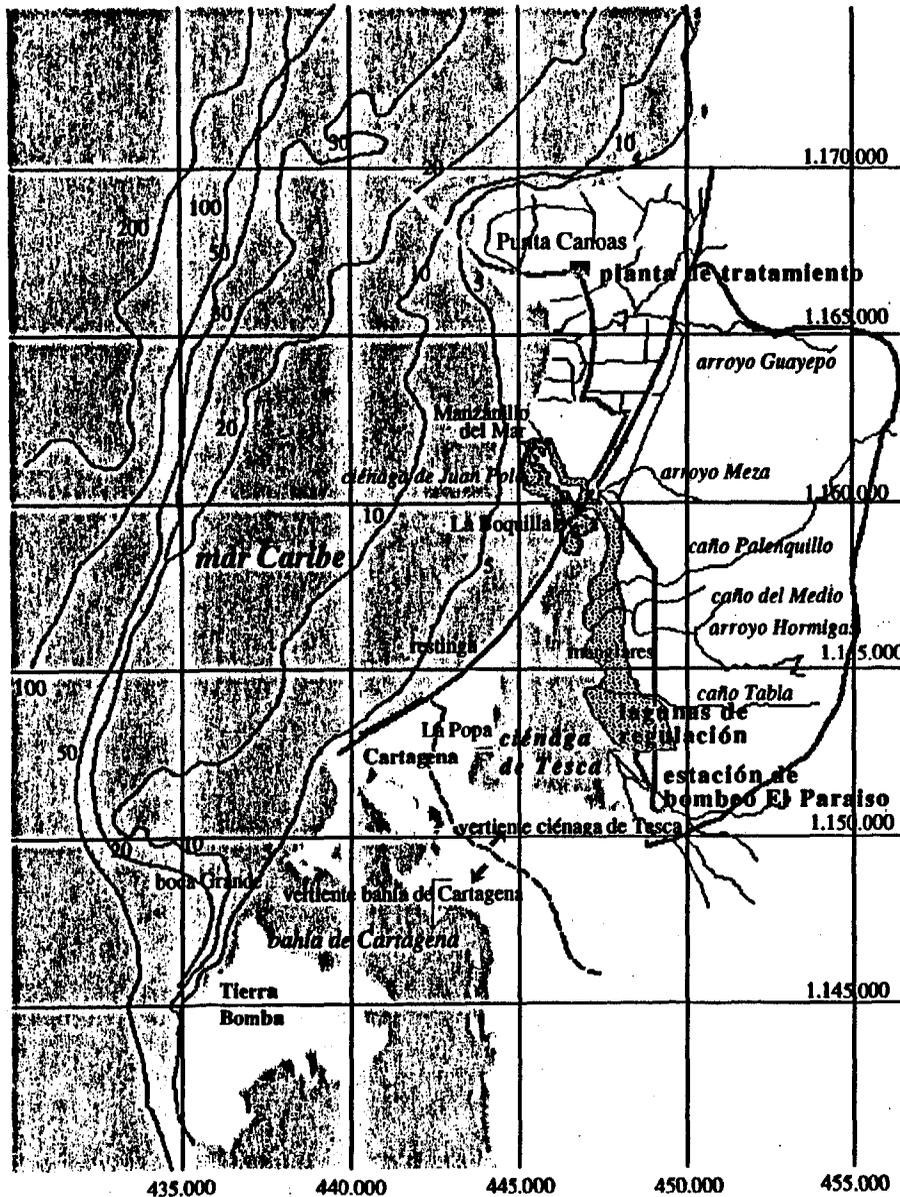
- Adición de rejillas rotativas de apertura pequeña

- Construcción de laguna de regulación aireada de 9 ha, con volumen de 68.000 m<sup>3</sup> y aireadores de 200 HP.

- Tuberías de conducción de 1,37 m de diámetro.

#### Etapa interina

Durante el período transcurrido entre la entrada en operación de los colectores (1999) y la puesta en marcha de las obras del emisario (2005), Hazen & Sawyer recomienda que los efluentes de la vertiente de Tesca se concentren en la estación El Paraíso y sean vertidos a la ciénaga de Tesca. Para el funcionamiento en esta etapa interina, se requiere la construcción de 950 metros de tubería de 1,37 m de diámetro, para descarga en la zona de caño Limón. Este depósito temporal deberá ser dragado con periodicidad anual para mantener la capacidad de recepción de sólidos sedimentables.



Mapa 5. Proyecto ESC (alternativa 3.2) recomendado por Hazen & Sawyer (1998a)

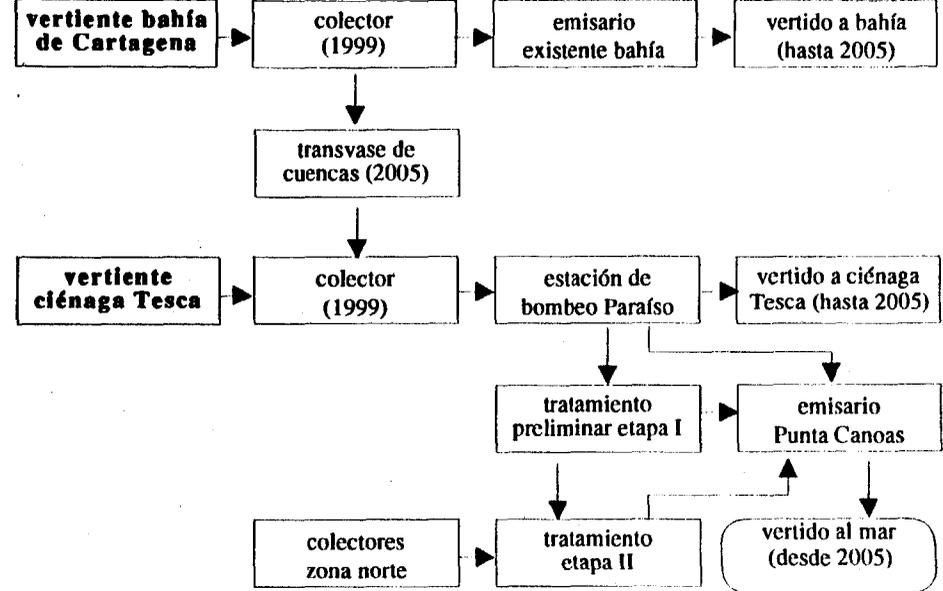


Figura 3. Fases del desarrollo del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias. Elaborada con base en información de Hazen & Sawyer, 1998a.

### Desarrollo del ESC

Las fases del desarrollo del ESC y su relación con los demás componentes del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena son (ver figura 3.):

1. Ampliación/construcción de las redes colectoras de las cuencas bahía de Cartagena y ciénaga de Tesca, actualmente en ejecución.
2. Modificación de planta de bombeo El Paraíso para incluir tratamiento preliminar (militamices y sedimentadores de vórtice).
3. Las aguas cloacales de la vertiente de la bahía de Cartagena se concentrarán en la estación El Bosque y se verterán a la bahía; las de la vertiente ciénaga de Tesca

se concentrarán en la estación de bombeo El Paraíso –ya construida– y se verterán a la ciénaga hasta la conclusión de las obras del emisario submarino.

4. Una vez se concluyan las obras del emisario se efectuará el trasvase de las aguas cloacales de la bahía a la cuenca de la Tesca, los vertimientos serán al mar Caribe a 20 metros de profundidad, al frente de Punta Canoas.

5. Como segunda etapa del plan, se construirá una planta de tratamiento con laguna de aireación, con el objeto de regular caudales y mantener efectivo el mismo diámetro de tubería del emisario hasta alcanzar el caudal de diseño del presente proyecto en el año 2025. Esta etapa se resalta con color azul en la figura 3.

Tabla 8. Síntesis de costos Etapa I (US\$ de 1998)

item de costo	costo total
tubería en tierra	16,634,700
emisario submarino	15,477,500
subtotal	32,112,200
ingeniería y contingencias (20%)	6,422,440
Impuestos ciertas obras*	1,409,979
Inversión total	39,944,619
costos de terrenos <sup>†</sup>	
planta de pretratamiento	2,262,000
militamices	3,215,000
desarenadores	1,450,000
estación Paraiso	1,810,000
<b>Σ Etapa I</b>	<b>48,681,619</b>

\* Los impuestos representan el 3,5% de la inversión total

† Incluye terrenos complementarios de la Etapa II

## Costos del Proyecto

Los costos de la Etapa I se sintetizan en la tabla 8. El valor presente neto (VPN) de la etapa I es de US\$ 58,43 millones y un costo anual de operación y mantenimiento de US\$1,34 millones de.

La inversión de la Etapa II se ha calculado en US\$6,8 millones, con un costo anual de operación y mantenimiento de US\$1,81 millones, para un VPN de US\$3,43 millones.

El VPN del Proyecto total es US\$ 61,86 millones. El estimado de contingencia del proyecto incluye US\$1,0 millones para atender las obras interinas.

## Cronograma del ESC

Las obras y actividades de la Etapa I del ESC se extienden por 8 años (1998-2005), ver tabla 9. Hazen & Sawyer recomienda la adquisición temprana de los te-

renos necesarios para la implementación futura de las plantas de tratamiento, rellenos sanitarios, laguna de regulación de caudales y el corredor del tramo terrestre<sup>3</sup>.

## Contratos de construcción

Las características propias de cada uno de los elementos del ESC hacen conveniente su distribución en los siguientes contratos de construcción, según recomendación de Hazen & Sawyer<sup>4</sup>:

I. Obras civiles y montajes mecánicos en la estación de bombeo El Paraíso

II. Obras de tratamiento preliminar

III. Emisario y difusor marinos

IV. y V. Tubería en tierra –dos tramos de longitud similar– en tubería de hormigón armado o de fibra de vidrio.

De acuerdo con Acuacar la demanda de mano de obra se estima en ca. 800 personas. El período de máximo requerimiento estará entre el 2002 y 2004 (tabla 9).

## Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental recomendado por Hazen & Sawyer, incluye detalles, normativos en su mayoría, sobre los programas citados a continuación. Este fue ampliado y complementado y se presenta en el capítulo VI.

<sup>3</sup> Este cronograma recomendado por Hazen & Sawyer (1998a) será complementado con las actividades propias de los programas de manejo ambiental, capítulo VI.

<sup>4</sup> Los contratos propios de la gestión ambiental durante las fases de diseño, construcción y operación del ESC se presentan en el capítulo VI.

Tabla 9. Cronograma para el desarrollo del ESC- Etapa I (Hazen &amp; Sawyer, 1998a)

actividad	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Licencia ambiental Cardique</b>	■					
<b>Estación de bombeo El Paraíso</b>						
diseño	■					
revisión		■				
licitación				■		
contratación					■	
construcción						■
<b>Tubería en tierra</b>						
diseño	■					
revisión		■				
licitación			■			
contratación				■		
construcción					■	
<b>Emisario submarino</b>						
diseño	■					
revisión		■				
licitación			■			
contratación				■		
construcción					■	
<b>Obras de tratamiento</b>						
diseño	■					
revisión		■				
licitación			■			
contratación				■		
construcción					■	
<b>Adquisición de terrenos<sup>1</sup></b>						
para lagunas de regulación			■			
para obras de tratamiento				■		
para servidumbre de tubería					■	

1. Los terrenos requeridos para la etapa II se adquieren en la etapa I

**A. Programa de reasentamientos.** No se prevé la necesidad de reubicar pobladores, puesto que el tramo terrestre del emisario utilizará en su gran mayoría servidumbres existentes, pero se indican procedimientos de compra o indemnización de los propietarios de los predios que puedan requerirse.

**B. Plan de manejo ambiental de la construcción.** Hace referencia al tramo terrestre. Contiene criterios para control de polvos, ruidos y olores, seguridad, estética y control de tráfico. Señala además que no habrá impactos en áreas comerciales ni residenciales. Los impactos al ecosistema son señalados en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas

(Hazen & Sawyer 1998b), pero no se entregan planes especiales para su manejo.

**C. Programas de seguridad.** Contiene manuales para:

1. Contratista de construcción de tramos en tierra
2. Seguridad en excavaciones en tierra
3. Seguridad en entrada a espacios confinados (como plantas de tratamiento)
4. Control de patógenos por contacto con aguas residuales

**D. Programa de pretratamiento industrial.** Consta de guías para elaborar la base de datos y algunos elementos legales, técnicos y administrativos para implementar el programa de control de efluentes industriales tributarios del sistema doméstico de aguas servidas.

**E. Programa de monitoreo marino.** Para caracterización de línea base y monitoreo durante operación del emisario (monitoreo del efluente).

**F. Programa de control de infiltraciones y conexiones irregulares.** A implementarse durante la segunda etapa del ESC con el fin de evitar problemas de capacidad hidráulica del emisario y reboses del sistema de alcantarillado de la ciudad.

**G. Programa de información pública.** Este programa se presenta como una guía para una eventual acción voluntaria de la empresa, pero no tiene en cuenta la obligación legal de promover y permitir la participación ciudadana en las instancias de decisión sobre el proyecto.

## Beneficios e impactos del ESC

Hazen & Sawyer en su informe final determinó los beneficios e impactos derivados de la eliminación de los vertimientos en la bahía de Cartagena y en la ciénaga de Tesca, así como de la construcción y operación del emisario submarino. Los resultados se resumen en la tabla 10. Los impactos identificados por Hazen & Sawyer se incorporan al análisis elaborado por Neotrópicos y se presentan en el capítulo IV.

Tabla 10. Beneficios e impactos del proyecto ESC (Hazen & Sawyer, 1998a)

componente	beneficios		impactos	
	a largo plazo	a corto plazo	a largo plazo	a corto plazo
eliminación de vertimiento de aguas residuales en bahía de Cartagena y ciénaga de Tesca	a. reducción de contaminantes en bahía y ciénaga: - mayor uso recreativo - disminución de riesgos sanitarios por menor nivel de coliformes - mejoramiento en paisaje y estética - incremento de valor de propiedad - mejor calidad de ecosistema	a. favorece industria de la construcción	a. aumento en tasas de servicio y cargos a usuarios por costos del proyecto	a. molestias a vecinos durante construcción: - peligros por zanjas abiertas - perturbación cotidiana (obstrucción ingreso a residencias) - interrupción de servicios públicos - impactos por ruidos, polvo, olores - impacto visual
	b. incremento del turismo	b. incremento empleos		b. tráfico: desvíos, suspensión, tráfico pesado
	c. mejor calidad de vida: - reducción de enfermedades - incremento empleo en turismo - mejora estética en zonas de rebose suprimidos - incremento empleos en operación de sistema ESC	c. compra de equipos, tuberías e insumos nacionales		c. inseguridad: - peligros en las obras para los vecinos - peligros para los obreros
	d. posibilidad de restauración y manejo ciénaga Tesca	d. incremento inicial de valor de propiedades y terrenos		d. aumento en tasas y costos para usuarios
descarga de efluente tratado a mar Caribe por emisario a 20 m de profundidad	a. posibilidad de implementación en Cartagena de plan de manejo de aguas servidas y desechos sólidos provenientes de descargas	a. favorece industria de la construcción	a. depósito de sólidos en fondo marino: - orgánicos, 150 ha; 0,5 mm/año; - sedimentables, 42 ha, 10 mm/año	a. perturbación temporal de ecosistema durante construcción en tierra y mar
	b. detención de vertimientos y transferencia de cargas contaminantes en bahía y ciénaga	b. incremento empleos	b. alteración de ecología béntica	b. tráfico: desvíos suspensión, tráfico pesado camiones y maquinaria
	c. infraestructura de aguas servidas para desarrollo futuro organizado en Distrito de Cartagena	c. compra de equipos, tuberías e insumos nacionales	c. contaminación esporádica y leve de la playa por coliformes fecales	c. molestias a vecinos durante construcción (ver literal a, componente anterior)
	d. plan flexible: permite adiciones y complementaciones	d. incremento inicial de valor de propiedades y terrenos	d. pérdida terrenos agrícolas: - 20 ha planta tratamiento preliminar - 9 ha planta de regulación (etapa II)	d. inseguridad: peligros en obras para vecinos y obreros
	e. mejora en la salud pública y calidad de vida		e. generación olores por transporte de material tamizado desde planta hasta relleno sanitario	e. aumento en tasas y costos para usuarios
	f. mejora economía Distrito Cartagena		f. alta necesidad de recursos financieros	

## Alternativas estudiadas

### Introducción

Como el sistema de tratamiento y disposición final de aguas servidas de Cartagena de Indias que hace parte de los planes de saneamiento urbano de la ciudad, ha venido siendo desarrollado desde hace muchos años, con criterios cambiantes y discontinuos, el proyecto del vertimiento final debió ajustarse a la situación actual y darle un integración a todos los diversos elementos físicos, ya construidos o en vía de ejecución para la realización del Plan Maestro<sup>5</sup>.

El proceso de diseño de la solución incorporó el estudio de varias alternativas para cada paso del proyecto de disposición final, tal como se ilustra en la figura 4. Este esquema corresponde a una m

Para cada paso del proceso se tuvieron en cuenta criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales, según el caso; éstos se sintetizan en la tabla 8.

En el mapa 7. resume las alternativas consideradas por Hazen & Sawyer, 1998a. Se plantearon cuatro alternativas de descarga y rutas asociadas a cada una a partir de la estación El Paraiso.

<sup>5</sup> Esta integración no incluye otros elementos en estudio o en ejecución para el manejo de la problemática del saneamiento urbano de la ciudad (manejo de basuras, restauración de caños, vertimientos industriales en Mamonal, etc.). Esta integración debe ser el resultado del proceso de ordenamiento ambiental a cargo de diferentes autoridades ambientales locales y nacionales.

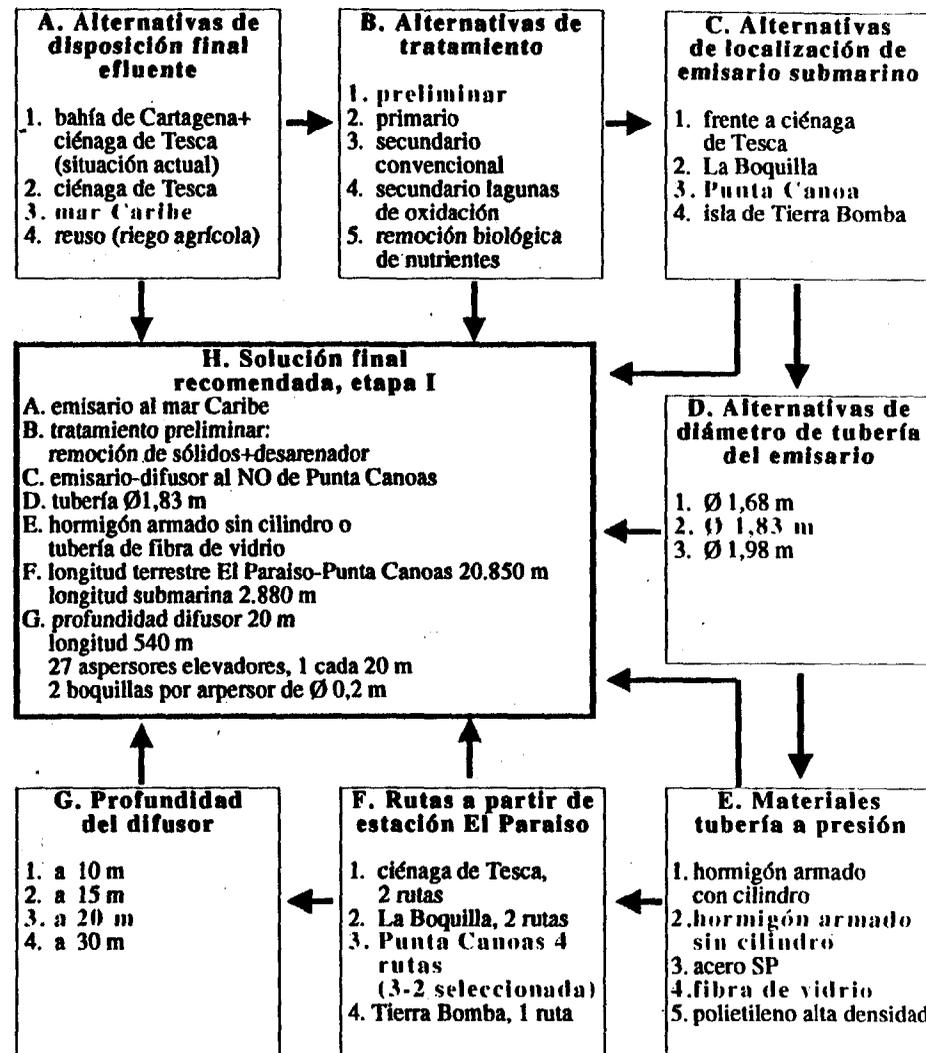


Figura 4. Proceso de diseño (A-G) de la solución (H) y alternativas estudiadas en cada paso. En cada paso del proceso se tuvieron en cuenta criterios técnicos, económicos y/o ambientales y sociales. Las alternativas resaltadas en color verde fueron las seleccionadas en cada paso. Ver detalles en tabla 11. y en el texto.

Elaborada para este informe por Neotrópicos con base en informe final Hazen & Sawyer, octubre de 1998.

### Pasos del proceso de selección

Los pasos A y B fundamentaron el criterio básico en relación con la disposición final del efluente y el grado de tratamiento por realizar a las aguas servidas, en relación con las alternativas de disposición final.

### Alternativas de disposición final del efluente

En el paso A, la selección de alternativas contempló los siguientes criterios de tipo cualitativo:

- El vertimiento a la bahía de Cartagena y a la ciénaga de Tesca (continuar y exacerbar la situación actual) se considera inconveniente, puesto que uno de los objetivos del plan de manejo de aguas residuales y de otros proyectos de saneamiento ambiental en el área (ver ver tabla 1, capítulo I) es precisamente lo contrario: recuperar la calidad del agua tanto en la ciénaga de Tesca como en la bahía de Cartagena.

- Dejar sólo la ciénaga de Tesca como cuerpo receptor, implica duplicar los impactos ecológicos actuales sobre la fauna íctica, los manglares y humedales que hacen parte del sistema y los sociales de ellos derivados por el aprovechamiento de recursos más el ulterior deterioro para la población residente en las márgenes de la ciénaga.

- La reutilización de aguas servidas para propósitos de riego agrícola, exige altos costos de tratamiento y bombeo, su uso estaría limitado al estiaje (5 meses al año) y sería inoperante durante la temporada de lluvias.

Tabla 11. Criterios de selección de alternativas de solución, de acuerdo con los pasos de la gráfica 3. (sintetizado de Hazen &amp; Sawyer, 1998a)

paso del proceso	criterios de selección			
	técnico	económico	ambiental	social
A. disposición final del efluente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• para disposición en tierra, características físicas de terrenos: permeabilidad, infiltración, aptitud de uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> <li>• costos de terrenos para disposición en tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• restricciones ambientales legales de calidad de agua en aguas receptoras</li> <li>• recomendaciones del Plan Maestro de Alcantarillado sobre usos de cuerpos de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• disponibilidad de terrenos inutilizados para almacenar descargas de aguas servidas</li> </ul>
B. tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posibilidad técnica de sistemas de tratamiento para reducción de nutrientes en efluente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> <li>• valor de terrenos para disposición de sólidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volumen necesario de disposición de sólidos en tierra, según tipo de tratamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• capacidad de pago de tratamiento por parte de la ciudadanía</li> </ul>
C. localización de emisario submarino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• máxima pendiente de plataforma continental en cercanías de Cartagena, mínima distancia de la costa a isóbata de 30 m</li> <li>• dilución y dispersión de efluente (dirección y velocidad de corrientes marinas)</li> <li>• tipo de suelo y cimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• número, calidad de hábitats afectados</li> <li>• menor diversidad y abundancia de organismos</li> <li>• eludir presencia de corales</li> <li>• análisis con modelo numérico               <ul style="list-style-type: none"> <li>– calidad de playas (coliformes fecales &lt; 200 NMP/dl en playas)</li> <li>– menor probabilidad de falla fatal en NMP coliformes fecales</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mínima afectación de recursos pesqueros</li> <li>• aceptación pública</li> <li>• usos de playas y mar adyacente</li> </ul>
D. diámetro de tubería del emisario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• optimización de sistema de bombeo mediante:</li> <li>• carga dinámica total de bombeo 30-40 m</li> <li>• flexibilidad de sistema para diversos caudales</li> <li>• menor potencia de motores</li> <li>• disponibilidad de equipos en mercado</li> <li>• sistema motor de velocidad constante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> </ul>	no considerado	no considerado
E. materiales tubería a presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• resistencia del material</li> <li>• tipos juntas o empalmes</li> <li>• facilidad de instalación</li> <li>• requerimientos de inspección</li> <li>• facilidad de adquisición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> </ul>	no considerado	no considerado
F. rutas a partir de estación El Paraiso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• constructibilidad</li> <li>• minimizar cruces de agua</li> <li>• accesibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizar impactos a humedales y manglares</li> <li>• minimizar manejo de aguas freáticas</li> <li>• eludir áreas de interés especial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor # de viviendas en corredor</li> <li>• menor perturbación de tránsito</li> <li>• mejor aceptación pública</li> <li>• mayor facilidad de negociación de terrenos</li> </ul>
G. profundidad del difusor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• comportamiento de termoclina</li> <li>• dilución y dispersión de efluente (dirección y velocidad de corrientes marinas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor valor presente de inversión + operación y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• relación de dilución inicial agua efluente:agua marina <math>\geq 100:1</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mínima afectación de playas por difusión de penacho e impacto de sólidos sedimentables</li> </ul>

Por otra parte, no se cuenta con antecedentes sociales de aprovechamiento de aguas servidas para riego, no se tiene una demanda evaluada ni el plan agrícola correspondiente.

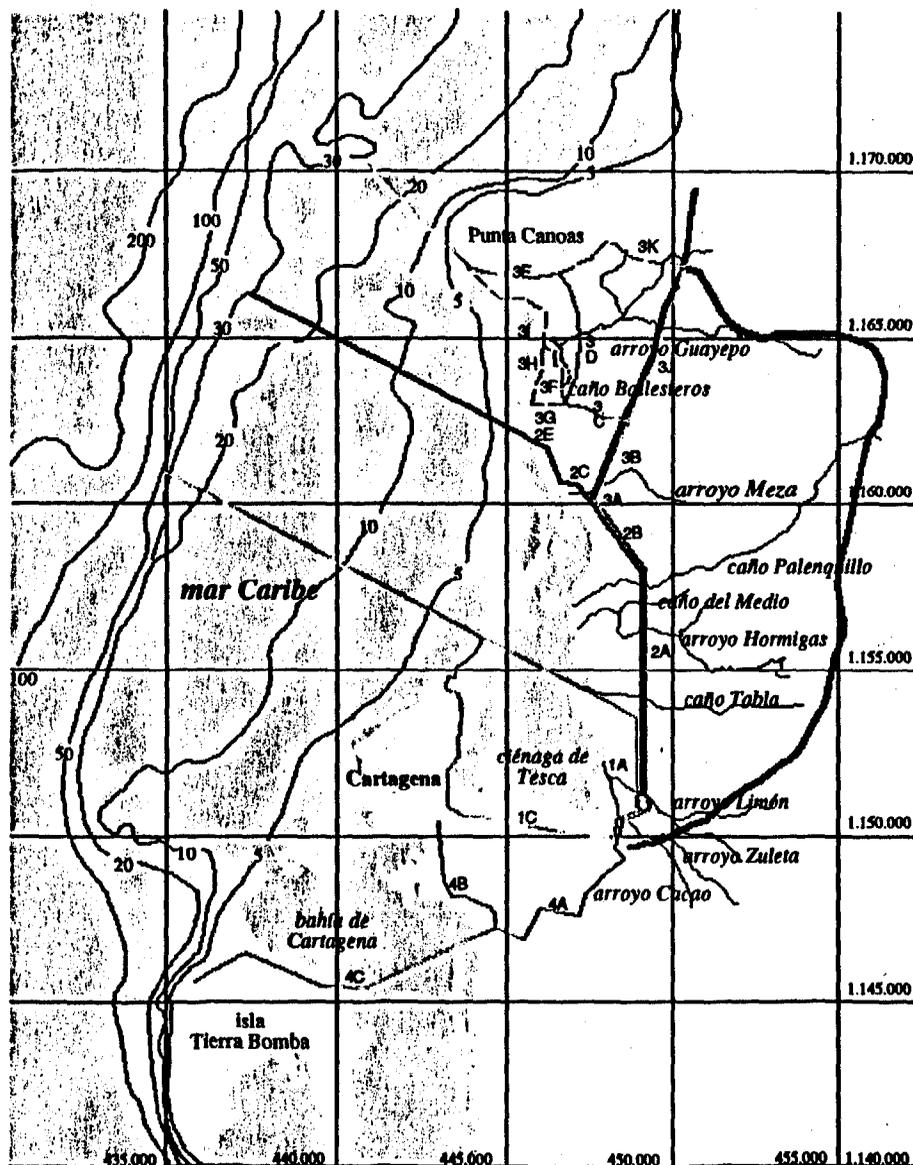
Durante la evaluación de esta alternativa por parte de Hazen & Sawyer "no se encontraron suficientes terrenos disponibles con capacidad para recibir el caudal total de aguas residuales tanto durante la temporada seca como la lluviosa" (Hazen & Sawyer, 1998a)

#### Alternativas de tratamiento

En el paso B, se evaluaron las diferentes alternativas de tratamiento de los efluentes en relación con su costo. La Tabla 12., resume la información suministrada por Hazen & Sawyer (1998a) y muestra el escalamiento en costos de los diversos grados de tratamiento.

La última columna de la tabla 12., resaltada en verde, corresponde al pretratamiento recomendado por Hazen & Sawyer para la alternativa de ESC seleccionada (alternativa 3.2) y se incluye con propósitos comparativos únicamente, por cuanto sensu stricto, el pretratamiento es un componente del diseño del emisario y no un método de concentración para disposición final que lo pueda reemplazar.

El vertimiento en el mar, combinado con un tratamiento preliminar de remoción de sólidos flotantes –mediante el sistema de cribas y militamices, alternativa finalmente seleccionada– ofrece ventajas técnicas, económicas (costo unitario del pretratamiento es de US\$6,4·10<sup>9</sup>) y ambientales comparativas y es sistema ya comprobado en muchas ciudades costeras del mundo.



Alternativas: 1, 1-1 ——— 2, 2-1 ——— 3, 3-1, 3-3 ——— 3, 2 (seleccionada) ——— 4 ———

Mapa 6. Alternativas de emisario submarino y rutas alternas terrestres.

\* Los emisarios de este mapa corresponden a los del estudio de alternativas, con profundidad de descarga hasta 30 m  
Tomado de Hazen & Sawyer 1998a

Tabla 12. Costos de alternativas de sistemas de tratamiento (millones de US\$)

item de costo	primario convencional	primario mejorado	secundario	pre-tratamiento
construcción	62.20	68.40	135.00	1.90
ingeniería y contingencias	15.60	17.10	33.80	0.14
<b>Costo de capital</b>	<b>77.80</b>	<b>85.50</b>	<b>168.80</b>	<b>2.04</b>
servicio anual de la deuda	9.65	10.61	20.95	0.28
operación y mantenimiento anuales	5.30	6.30	13.35	0.46
fondo para renovación y reemplazo	0.67	0.73	1.45	0.04
<b>Costo anual total</b>	<b>15.62</b>	<b>17.64</b>	<b>35.75</b>	<b>0.79</b>
costo unitario* por m <sup>3</sup> (US\$)	0.12	0.14	0.28	6.410 <sup>-2</sup>

\* Calculado como costo anual total/341.000 m<sup>3</sup> diarios

**Alternativas de localización del ESC y de la profundidad adecuada del difusor**

Para el estudio de localización del emisario submarino (Paso C) se tuvo en cuenta un criterio fundamental: la pendiente de la plataforma continental en cercanías de Cartagena que permita una mínima distancia a la costa (ver mapa 6.), lo cual minimiza la longitud del emisario para alcanzar una profundidad adecuada de descarga.

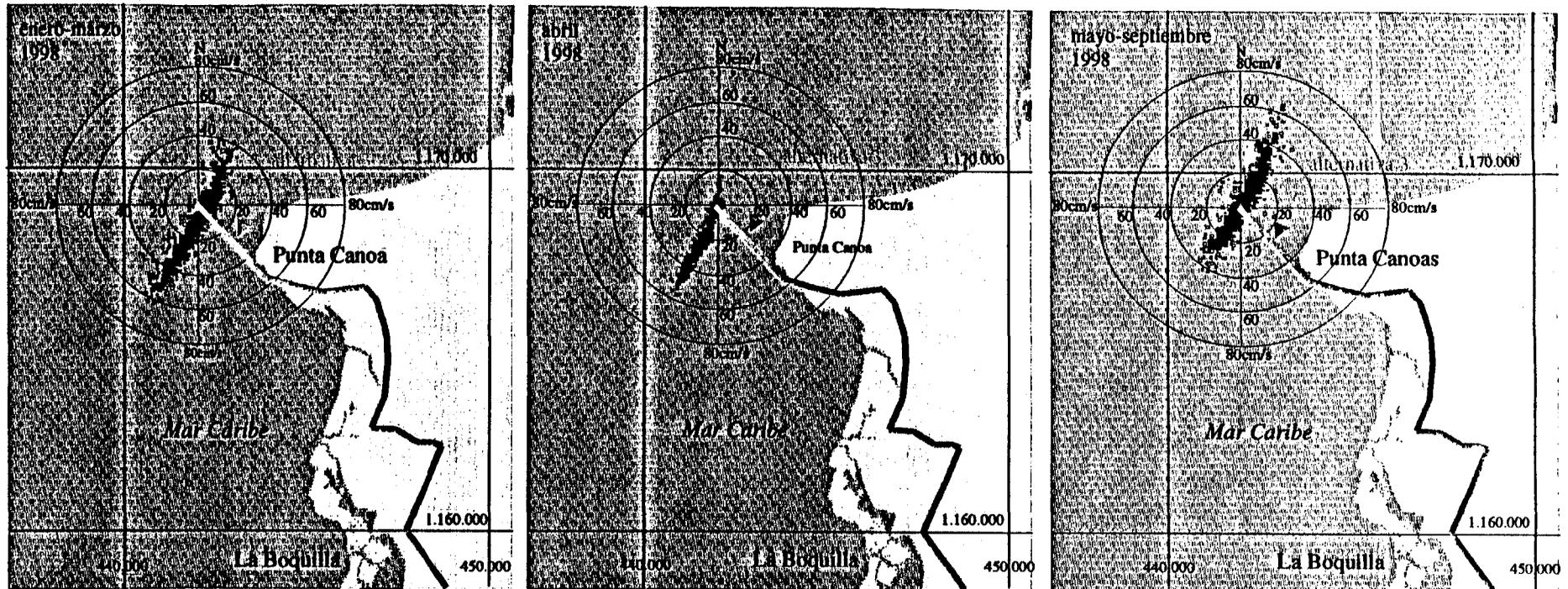
Por otra parte, la longitud del emisario debe ser tal que las masas de agua marina circundante permitan la dilución y mortalidad de coliformes fecales provenientes del efluente de tal manera que se cumpla en las playas cercanas el criterio establecido en el marco legal (NMP < 200/dl), correspondiente a aguas para uso recreativo con contacto primario<sup>6</sup>.

En la alternativa 4, el tramo submarino del emisario en la costa frente a Tierra Bomba, es el más corto dadas las altas pendientes de la plataforma continental allí, pero esta ventaja económica es contrarrestada por la carencia de posibilidades de dilución y se estima que la concentración mínima en las playas no se cumpliría. Las alternativas 1., 2. y 3. son satisfactorias en relación con este criterio.

Tanto para localización del ESC, como para la selección de la profundidad adecuada del difusor (Paso G), Hazen & Sawyer compiló y procesó la información existente y realizó mediciones oceanográficas detalladas (dirección y velocidad de corrientes, oleaje, mareas, estratificación térmica y de densidades, etc.). Con las cuales se establecieron batimetrías y cartografía de las corrientes en cada uno de los sitios posibles de ubicación del ESC.

<sup>6</sup> Como se dijo en el capítulo II, se adoptó esta norma en ausencia de regulaciones especiales para emisarios submarinos en la legislación ambiental colombiana.

La velocidad y dirección de las corrientes promediadas en profundidad para tres épocas del año (estación seca enero a



Mapa 7. Velocidad y dirección de las corrientes promediadas en profundidad en diferentes épocas del año, a la altura del difusor del ESC, alternativa 3.  
Tomado de Hazen & Sawyer, 1998a

marzo; transición, abril y época lluviosa mayo a septiembre) se ilustran en el mapa 7. Los datos corresponden a las mediciones levantadas in situ para el estudio de factibilidad del proyecto desde septiembre de 1997 hasta abril de 1998 (Hazen & Sawyer, 1998a).

La información oceanográfica generada se analizó mediante modelos matemáticos ya ensayados a escala internacional en otros emisarios submarinos. Estos fueron calibrados para las condiciones de vientos, corrientes, mareas y oleajes del Caribe colombiano entre Punta Canoas y la isla de Barú. Los modelos, alimentados con información acerca de la concentra-

ción esperada de coliformes y sólidos sedimentables en el efluente, permiten predecir concentraciones probables de diferentes elementos, v. gr., bacterias coliformes, nutrientes, sólidos sedimentables, etc., a diferentes distancias de la costa y bajo diferentes condiciones de vientos y corrientes.

#### Otros criterios ambientales

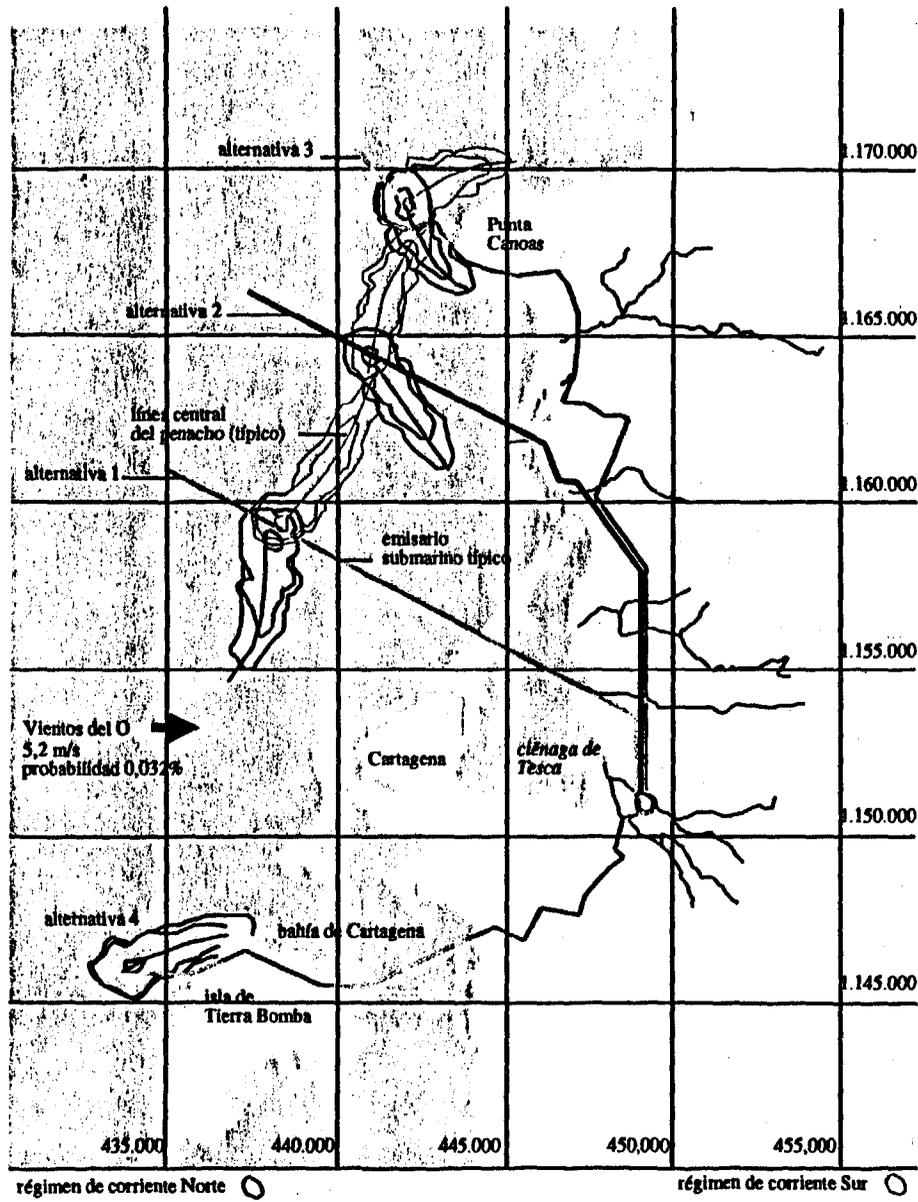
Para el diseño del emisario submarino Hazen & Sawyer tuvo en cuenta los siguientes criterios fundamentales, recomendados en la literatura técnica consultada por Neotrópicos, tales como Gunnerson & French, 1996, Juanicó & Fiedler, 1998, Roberts, 1998:

*Concentraciones de sustancias tóxicas o metales pesados en el efluente, inferiores al límite de detección.* En el caso de Cartagena, el sistema de alcantarillado del proyecto se refiere sólo a aguas usadas domésticas, comerciales o de pequeña industria en el casco urbano de la ciudad. Para evitar el vertimiento de este tipo de sustancias en el efluente del emisario, se incluye en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto un programa de pretratamiento industrial para retener en la fuente las eventuales descargas.

Por otra parte, las aguas servidas de la zona industrial de Mamonal, al sur de la bahía de Cartagena, susceptibles de con-

tener materiales tóxicos y metales pesados, son objeto de manejo separado bajo la responsabilidad de los industriales de la zona<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> La Fundación Mamonal –de la cual son miembros activos 41 empresas de la Zona Industrial– ha celebrado un convenio con el Ministerio del Medio Ambiente para garantizar una producción industrial más limpia y controlar los efluentes contaminados hacia la bahía. En el contexto de este acuerdo la Fundación Mamonal contrató con una firma especializada canadiense el diseño, montaje y operación piloto de una compañía de servicio para manejo integrado de residuos peligrosos. Ver tabla 1., capítulo I.



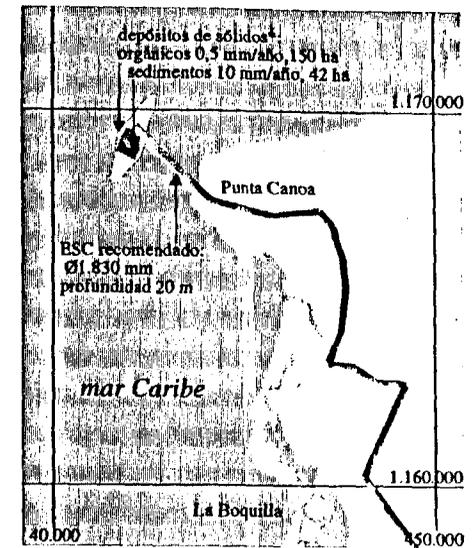
Mapa 8. Análisis de falla fatal, penachos de concentración de coliformes fecales (UCF/dl), polígonos internos 100.000, intermedios 1.000 y externos 200 (norma adoptada para diseño). Simulación = 12 horas; caudal efluente = 220.000 m<sup>3</sup>/día; T<sub>90</sub> = 4,4 horas

**Ausencia de material flotante en el efluente.** Con el tratamiento preliminar de rejillas de apertura pequeña (militamicos) y sedimentadores, se removerán materiales flotantes, grasas y aceites, arenas y areniscas.

**Dilución de los efluentes en el mar.** Reducir en 5 órdenes de magnitud la concentración de coliformes totales y fecales, en el borde extremo de la zona de dispersión. Mediante los modelos matemáticos citados anteriormente que tienen en cuenta las velocidades y direcciones de las corrientes marinas, se determinaron las áreas máximas de dispersión del efluente en la zona de descarga, para diversas profundidades del difusor (mapa 8.). La disposición en Punta Canoa, a 20 metros de profundidad, cumple con el requisito, mientras que la alternativa 4 (isla Tierra Bomba) es eliminada.

**Zona de depósito de sólidos, alejada de la costa.** Con el extremo del difusor a 2.800 metros de la línea de costa en Punta Canoa, la zona de depósitos se conformará en dirección SO-NE, con el borde exterior a más de 1.500 m de la línea costera. De acuerdo con los resultados de la simulación matemática, la zona de depósito de sólidos pesados (42 ha), tendrá una sedimentación de 10 mm/año. La zona de depósito de sólidos orgánicos (150 ha), acrecerá a razón de 0,5 mm/año. Ver mapa 9. Con mares de leva, estos depósitos serán removidos y dispersos en áreas mucho mayores y profundas.

**Calidad de agua de contacto primario** (calidad 1, apta para bañistas) aplicable en una franja de protección a lo largo de la costa. Mediante modelo de falla fatal, se determinó que con la descarga en Pun-



Mapa 9. Depósitos esperados de sólidos en la descarga del ESC, proyecto recomendado  
\* Tasa de depósito de sólidos proyectada hasta año 2025

ta Canoa, la probabilidad de que la mancha o penacho de aguas con 200 UCF/dl no tocará la playa es del 99,968%.

Para que ocurra el contacto del penacho con la playa, con probabilidad de 0,032% (equivalentes a unas 2,5 horas por año diurnas o nocturnas), deben concurrir las siguientes condiciones que en la práctica casi nunca coincidirán:

- caudal máximo de diseño: (3,5 m<sup>3</sup>/s)
- concentración de coliformes en efluente: 10<sup>8</sup> UCF/dl ml
- concentración de coliformes en penacho: 10<sup>7</sup> UCF/dl
- tiempo para reducción de 90% de coliformes (T<sub>90</sub>): 4,4 horas
- corriente septentrional

- viento sostenido del oeste durante 14 horas (probabilidad < 5%)
- velocidad del viento: 5,2 m/s (probabilidad de 1,5%)

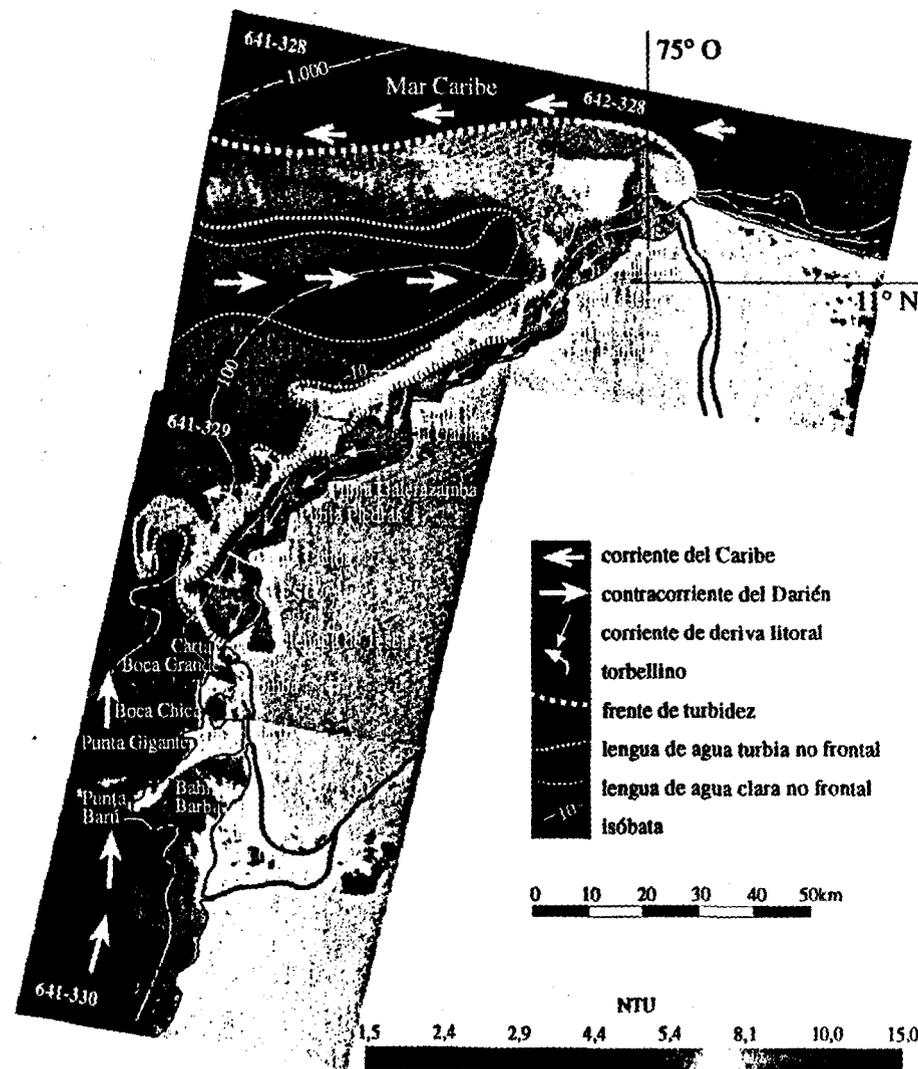
### Efecto del río Magdalena en la zona del ESC

Particularmente relevante para la selección de alternativa de emisario es la relación del área del área costera al N de Cartagena con el penacho de sedimentos provenientes del río Magdalena. Este tiene una descarga media de 7.500 m<sup>3</sup>/s en la desembocadura (Bocas de Ceniza) y una altísima concentración media de sedimentos: 0,78 g/l (Marín, 1986).

El penacho de sedimentos del Magdalena se divide en dos muy cerca de la desembocadura. Uno toma dirección O, entre la corriente del Caribe y la contracorriente del Darién. El segundo corre paralelo a la línea litoral con la corriente de deriva y forma remolinos de alta turbidez en las localidades asociadas a cabos, el mayor de los cuales está localizado en Punta Canoas, donde terminan las lomas de Guayacana. El flanco del penacho distal de la costa, forma una lengua de turbidez limitada por la contracorriente del Darién.

Estas características se presentan en el mapa 10., adaptado de Andrade y Thomas, 1988 y tienen gran importancia para la definición de los tipos de fondo predominantemente arenosos, la alta productividad primaria y secundaria béntica de la faja litoral y baja diversidad de especies que caracterizan la zona. Estos aspectos se detallan en el capítulo III.

Con base en los criterios y antecedentes anteriores, se determinó que el sitio de



Mapa 10. Dinámica de corrientes y sedimentos del río Magdalena a lo largo del litoral Caribe al N de Cartagena de Indias, con base en imágenes SPOT de marzo 27 de 1986. La escala NTU (Nephelometric Turbidity Units) refleja concentraciones de sedimentos.

Adaptado de Andrade y Thomas, 1988

Tierrabomba es inadecuado, el penacho con una concentración de 200 UCF/dl siempre toca la playa, a la vez que el de 1.000 UCF/dl penetra a la bahía de Cartagena; los sitios frente a la ciénaga de Tesca (2) y frente a La Boquilla (3) son usados para pesca por los pobladores vecinos, mientras el vertimiento frente a Punta Canoa presenta estas condiciones.

### Tamaño y tipo de materiales para el ESC

Los pasos D y E para escoger el tamaño y tipo de material para el emisario, son de carácter técnico y económico. Mediante modelos hidrodinámicos que buscan la velocidad adecuada en flujo mínimo y la mínima pérdida de carga en flujo máximo, se adoptó el diámetro de la tubería (1,83 metros) y se recomendó la construcción en concreto reforzado, sin cilindro. Esta tubería se fabrica en Colombia, se tiene con ella gran experiencia en Cartagena y ha sido utilizada con éxito para emisarios submarinos en muchas otras partes del mundo.

Para el tram terrestre, se tendrá en cuenta la alternativa de tubería de fibra de vidrio, según las ofertas de la licitación.

### Rutas terrestres

En el paso F se estudiaron 9 rutas terrestres para la tubería de conducción del efluente desde la estación de El Paraíso hasta el mar, asociadas a cada uno de las alternativas de emisario. La alternativa 3, finalmente escogida, tiene varias posibilidades de trazado final (3-1, 3-2, 3-3, mapa 6.) que dependerán de la facilidad de negociación de la servidumbre del corredor durante la construcción. Hazen & Sawyer recomienda el trazado 3-2.

## **IVa. Diagnóstico físico**

**Diagnóstico**

**Introducción**

Este capítulo presenta los diagnósticos físico, biológico y socioeconómico del área de influencia del Emisario Submarino de Cartagena de Indias.

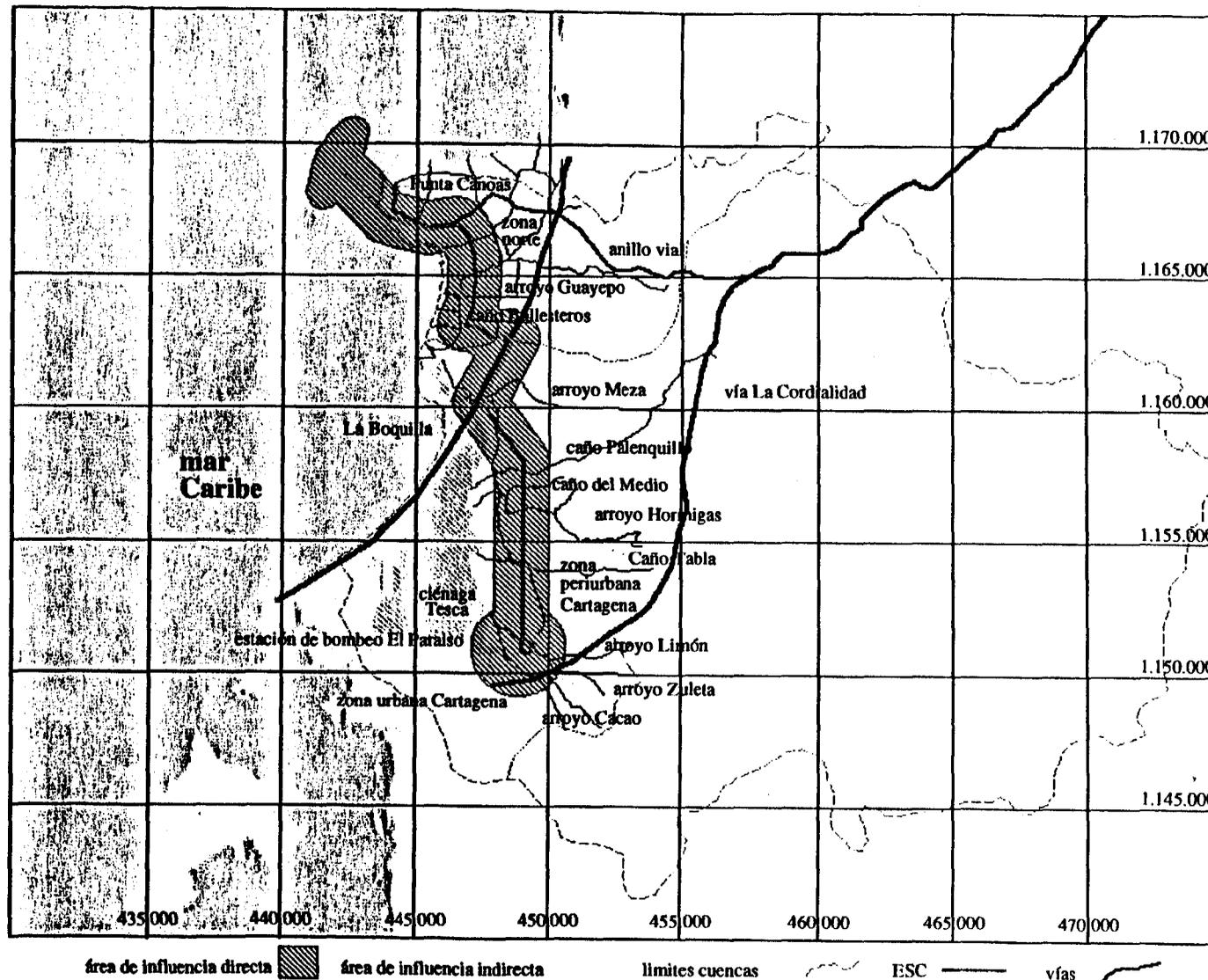
**Area de influencia**

Se determinaron dos áreas de influencia para el conjunto de obras del ESC: una directa y otra indirecta.

El *área de influencia directa*, conformada por el corredor de la traza del ESC, incluye la zona urbana y periurbana de Cartagena al SE de la ciénaga que drena al arroyo Limón, el cual desemboca en la ciénaga de Tesca en proximidades de la estación de bombeo El Paraíso, la zona rural de la zona norte y la zona litoral donde se encuentra el tramo sumergido del ESC y el difusor final.

El *área de influencia indirecta*, demarcada por la zona urbana de la ciudad que drena a la ciénaga de Tesca, la zona periurbana de La Boquilla y las cuencas de la ciénaga de Tesca y del arroyo Guayepo una vez que el ESC cruza las Lomas de Canalete, al N de la ciénaga. Estas zonas se presentan en el mapa 11.

Los pasajes terrestres de las dos zonas de influencia son esencialmente antropizados. Su evolución fue influenciada inicialmente por procesos naturales que definieron los patrones de asentamiento y recursos aprovechables; en la actualidad priman los factores antrópicos (inclusive políticos y administrativos) en la caracterización de dichas áreas.



Mapa 11. Ubicación y extensión de las áreas de influencia directa e indirecta del ESC  
 Cartografía base de Hazen & Sawyer, 1998a

## Descripción del medio físico

En este capítulo se describen los componentes abióticos de línea base ambiental de referencia, incluyendo geología, geomorfología, suelos, clima, hidrología, hidrogeología y calidad físico química de las aguas. Se destaca la importancia de los componentes hidroclimáticos, como los factores que más intervienen en la dinámica de los demás componentes, incluidos los bióticos y socioeconómicos y culturales. En efecto, el carácter deficitario que hidrológicamente tiene la cuenca que drena al eje del ESC y, por otra parte, la torrencialidad y estacionalidad de las lluvias, marcan el modelado de la cuenca, orientan la intervención y desarrollo antrópicos en el entorno y definen el alcance espacial de las consecuencias ambientales de la construcción y operación del ESC. Inicialmente, se presentan las condiciones del medio físico del área de influencia indirecta; al final de este capítulo se presentan en forma tabular las condiciones del medio físico específicas para el corredor del emisario submarino.

## Geología

### Evolución geológica

Desde el punto de vista regional las dos áreas de influencia se encuentran en la provincia tectónico-sedimentaria del NO del país, más específicamente en el denominado Cinturón del Sinú. Son terrenos del Terciario y Cuaternario recientemente producidos por sedimentación marina bajo aguas profundas y someras.

Los materiales del Terciario superior (Plioceno) y Cuaternario ocupan la parte alta al E de las cuencas de la ciénaga de Tesca y del arroyo Guayepo y están

constituidos por sucesiones de areniscas, arcillolitas, conglomerados, calizas corallinas y lutitas interestratificadas. Aparecen alteradas, plegadas en superficie y diaclasadas, como resultado de emersiones y deformaciones ocurridas durante el Cenozoico.

Los materiales cuaternarios cubren la parte centro occidental de las cuencas y están constituidos por materiales finos a gruesos de origen marino, fluvio-marino y continental (coluvio-aluvial); dominan las gravas, arenas, arcillas, limos y corales en espesores de hasta 4.000 m; presentan deformaciones suaves, con inclusiones locales de calizas arrecifales (Duque, 1978; Ortiz, 1988).

### Estructura

Está definida por estructuras sucesivas de anticlinales estrechos, con pendientes alargadas, alternando con estructuras sinclinales amplias, de pendiente suave. La estructura típica es el anticlinorio de Turbaco que sigue una alineación NE-SO marcando el curso alto de los principales drenajes como el Horniga, Tabacal y Guayepo y cuyo núcleo está formado por estratos muy deformados y plegados de lodolitas (calcáreas y silíceas) y cherts.

Hacia la ciénaga se encuentran algunas terrazas de acumulaciones de conchas y formaciones coralinas, detectadas en la cuenca baja del arroyo Manzanillo, Punta Zapatero e islas del sur de la ciénaga (Ortiz, 1988). Al N de la ciénaga de Tesca están las plataformas de abrasión elevadas de la cuchilla de Canalete y de las lomas de Punta Canoa, con alineación E-O, labradas por acción marina sobre rocas cohesivas altamente tectonizadas (Molina et. al, 1997, citado por CIOH, 1998).

## Litología

La expresión litológica regional que incluye el área de influencia indirecta está definida por los depósitos aluviales recientes (*Qal*) e incluye todos los sedimentos arrastrados y depositados por los arroyos que conforman la red de drenaje; sobre esta unidad se encuentra la planta de bombas de El Paraíso y la mayor longitud del trazado del ESC; son depósitos cuaternarios de origen aluvial, conformados por materiales limoarenosos, arenas finas a gruesas y gravas conglomeráticas a sueltas.

Hacia el S de la ciénaga de Tesca, hacia el O de Turbaco y en la cuchilla de Canalete afloran las calizas arrecifales de La Popa (*Tcal*), constituidas por calizas arrecifales, areniscas calcáreas fosilíferas y arcillolitas; las calizas y las areniscas presentan leve fracturación y fenómenos de disolución; el tramo 3B del ESC cruza esta unidad.

Al SO de la ciénaga de Tesca y en el sector de Punta Canoa, donde termina el tramo terrestre del ESC, aflora la unidad detrítica de La Popa (*TPop*), conformada por materiales de areniscas de grano fino a grueso, intercaladas con bancos de arcillolitas y limolitas, con fuerte afectación tectónica. (Ortiz, 1988).

Aun cuando los materiales que conforman la litología de la región son todos de origen sedimentario (Terciario y Cuaternario), presentan diferentes niveles de consolidación, lo cual, aunado al relieve plano o suavemente ondulado de la mayor parte de la cuenca, le imprime un bajo nivel sedimentógeno; la torrencialidad de las lluvias no es un factor importante en la producción y transporte de se-

dimentos por cuanto son numerosas las obras construidas en la parte media y alta de las cuencas para retención, almacenamiento y manejo de la escorrentía pluvial.

## Sismicidad y volcanismo

La actividad sísmica en la región del proyecto es muy baja. Los dos últimos sismos se presentaron con baja intensidad (< 4 en la escala Richter), uno en 1975 y el otro en junio de 1998 con epicentro a unos 60 km al SO de Cartagena, lo cual no representa una amenaza seria para las obras del ESC.

El volcanismo registra alguna actividad importante a través de volcanes de lodo (fenómeno conocido como *diapirismo*); por lo general, estos volcanes no superan los 10 m de altura y el cono se forma alrededor por rebose, alcanza diámetros de hasta 150 m; algunas manifestaciones se encuentran junto a la ciénaga de El Totumo, en los alrededores de Turbaco, al O de la población de Bayunca (en 1986 hizo erupción a unos 8 km del eje del ESC) y en la zona marina frente a Gale-razamba.

Por otra parte, registros batimétricos realizados en una franja marina entre 0,5 y 3,0 km de la costa frente a La Boquilla, reportan la presencia de protuberancias en el lecho atribuidas con alta probabilidad a productos del diapirismo (Carinsa, 1995). Este conjunto de circunstancias pueden representar alguna amenaza a la estabilidad y seguridad de operación del ESC, frente a la cual el estudio de Hazen & Sawyer, 1998a recomienda que se lleven a cabo estudios más a fondo en la siguiente fase del proyecto.

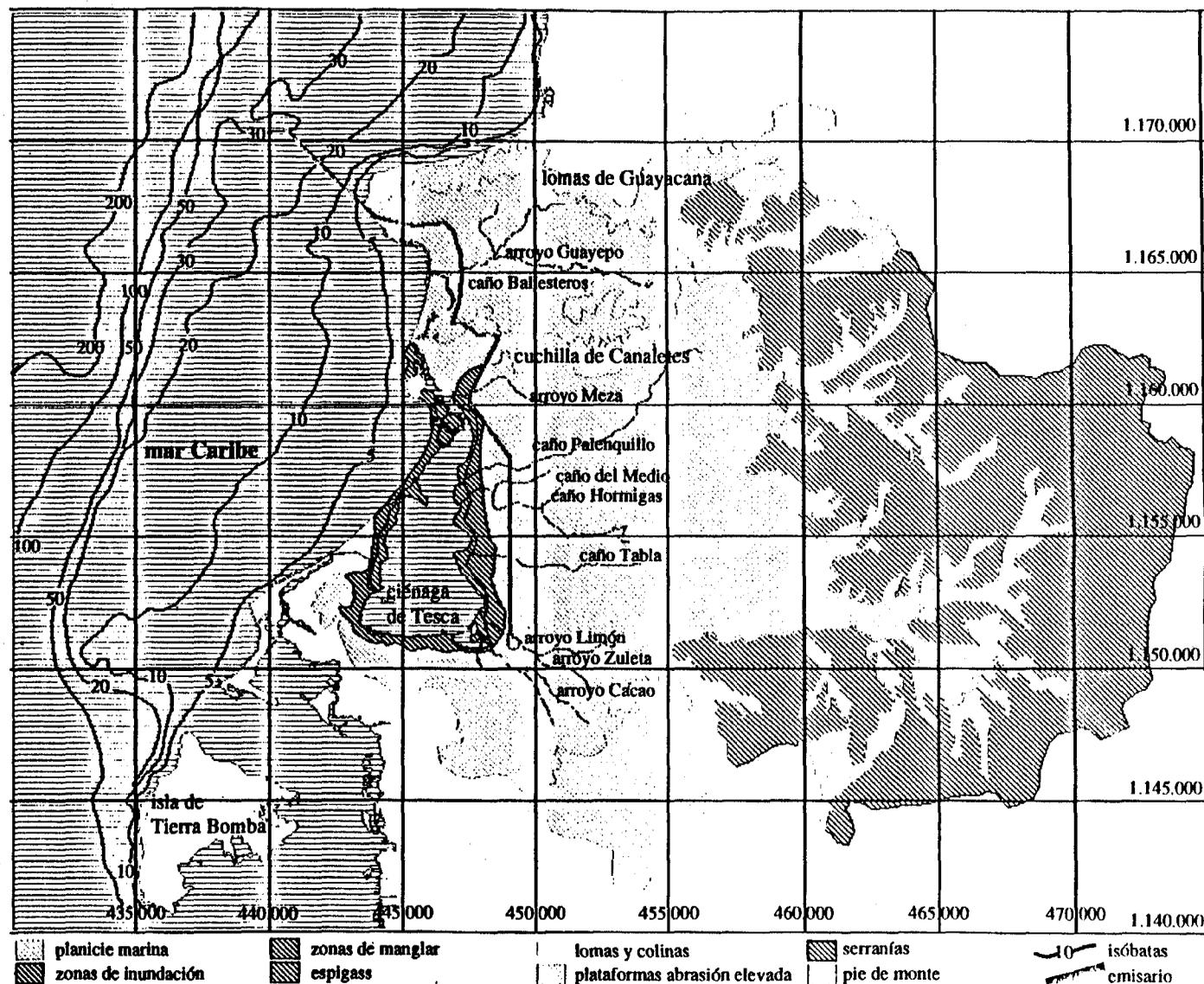
## Geomorfología

En los primeros tramos el corredor del ESC está trazado sobre llanuras bajas de inundación que bordean la ciénaga de Tesca, cruza la cuchilla de Canalete, una plataforma de abrasión elevada, descien- de a la llanura costera de los arroyos Guayepo y Manzanillo y continúa hasta el piedemonte de las lomas de Guayacana, donde termina el tramo terrestre.

La siguiente descripción de las unidades del área de influencia indirecta y su rela- ción con la traza de ESC se elaboró con base en CIOH (1998) y Haskoning-Car- rina (1996) y se visualizan en el mapa 12.

### Lomas y colinas

Se presentan en forma acantilada, con pa- redes verticales desprovistas de vegeta- ción, como en El Morrito, al N de La Bo- quilla, o menos empinadas con cubierta vegetal de arbustos y matorrales, como en el cerro de La Popa, al SO de la ciénaga de Tesca, donde la naturaleza frágil de la rocas meteorizadas permite la forma- ción de surcos, cárcavas y valles profun- dos, signos erosivos éstos que, junto con la acelerada deforestación e instalación de viviendas de invasión, han dado lugar a la exposición de los materiales de la la- dera y a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Una parte de estos arrastres llega con las lluvias hasta la ciénaga de Tesca, siendo este sector el único de la ciénaga susceptible de aterramien- tos; sin embargo a causa de la deforesta- ción en la cuenca rural, con las grandes crecidas de los arroyos, llegan también a la ciénaga de Tesca cantidades importan- tes de sedimentos, de lo cual se tuvo ob- servación directa (12.12.98) pero no se



mapa 12. Unidades geomorfológicas del área de influencia del ESC  
Con base en información CIOH (1998) y Haskoning-Carina (1996), Cartografía de Hazen & Sawyer, 1998

encontraron registros históricos.

### **Plataformas de abrasión elevadas**

Se encuentran sobre las lomas de Guayacana, en el sector de Punta Canoa y en la cuchilla de Canalete, con alturas que no sobrepasan los 100 m. La primera está labrada en la unidad detrítica conformada por areniscas de grano fino a grueso intercaladas con bancos de arcillolitas y limolitas altamente tectonizadas. En este sector se encuentra el tramo 3E de la alternativa recomendada del ESC y, según Hazen & Sawyer 1998, es una de las zonas más inestables de la costa porque la infiltración en las grietas del suelo producen sobrecargas que facilitan la ocurrencia de desplomes en amplias zonas. La plataforma de Canalete está labrada sobre las calizas arrecifales de la formación Popa, con signos de evidente erosión como coronas de deslizamiento, caídas de rocas, cárcavas, además de la explotación de canteras a cielo abierto; sobre esta plataforma se encuentran los sectores 3B y 3E del ESC.

### **Serranías**

Conforman las partes alta de las divisoria de aguas que cierran las cuencas de drenaje por los costados E, NE y SE. En el SE son de disección moderada en calizas coralinas y arcillas margosas sobre estratos arcillosos; en el resto del área son de disección moderada a profunda en areniscas calcáreas, interestratificadas con lutitas y arcillolitas (Ortiz, 1988). En esta región la precipitación media anual es más alta (1.300 mm) que en la ciénaga (960 mm), el contraste entre los volúmenes de lluvia del período húmedo y del seco es más amplio, lo cual genera arrastres de sedimentos. Estos son controlados

por numerosas obras de retención sobre los cauces; las áreas así formadas son utilizadas en ganadería y para cultivos de pancoger y frutales.

### **Planicie marina y fluvio marina**

Se encuentra a continuación de la unidad anterior o con algunas unidades pequeñas de piedemonte entre las dos. Se distinguen las terrazas altas y piedemonte al E de la carretera de La Cordialidad, ligeramente onduladas y conformadas por materiales sedimentarios arcillosos con intercalaciones de gravas y arenas. Los cauces tienen forma de cajón, con alta sinuosidad por la baja pendiente y se encuentran fuertemente intervenidos por el riego para potreros y ganadería.

Al O de La Cordialidad y NE de la ciénaga de Tesca se encuentra una subunidad de la planicie constituida por depresiones ligeras con sedimentos de aluviones finos, productos de los desbordamientos de los principales afluentes de la ciénaga de Tesca (arroyos Tabacal y Hormigas); estos cauces pierden sección cuando llegan a su tramo bajo y producen desbordamientos generalizados, llegando en forma difusa a la ciénaga de Tesca. En esta subunidad se da la ganadería extensiva en numerosas haciendas de las cuencas de la Mapa 4 ciénaga de Tesca y del Guayepo y están las poblaciones de Tierrabaja y Puerto Rey; también se encuentran los tramos 2A, 2B, 3A, 3C y 3D del ESC, en cuya construcción se deben tener muy presente estos aspectos para evitar inundaciones y las consecuentes perturbaciones sociales.

### **Piedemonte**

Es una unidad de transición entre las dos

anteriores, se destacó con mayor importancia en las cañadas de los cauces cuando hacen su entrada a la planicie; los materiales son coluviones y aluviones arrastrados por las corrientes o desprendidos de las paredes de las cañadas.

### **Llanuras de inundación**

Son superficies planas de baja pendiente hacia la ciénaga de Tesca en su costado SE, muy susceptibles a inundaciones tanto marinas como fluviales y están constituidas por materiales lodosos. El principal tributario es el arroyo Limón, el cual ha sido objeto de realineamiento de cauce y ampliación de su sección hidráulica, para mejorar las condiciones de flujo y prevenir desbordamientos hacia los sectores habitados en sus proximidades. En esta unidad se encuentran la estación de bombas de El Paraíso y el tramo 1A del ESC; si su construcción se realiza en los meses de lluvia (mayo a noviembre) con los métodos previstos por Hazen & Sawyer, 1998a para la excavación en el corredor, hay un alto riesgo de inundaciones y sus consecuencias sociales.

### **Zonas de manglares**

Se encuentran en el costado E de la ciénaga de Tesca, a continuación de las dos unidades anteriores y la bordean en sus costados N y O. Conforman superficies cenagosas, especialmente lodos y arenas con abundante materia orgánica. Los manglares del costado O han sido fuertemente intervenidos con tala y relleno, dejando solamente un cordón marginal sobre la ciénaga.

### **Espigas**

La restinga o barra de arena que encierra

la ciénaga de Tesca por el O y donde se encuentra hoy La Boquilla, es producto de la instalación de espigas por difracción y refracción del oleaje. El promontorio de Punta Canoa condujo a una flexión en la deriva costera que edificó dos espigas principales, una hacia el S (Bocagrande) y otra hacia el N (La Boquilla); la espiga secundaria formada en Punta Zapatero sirvió de anclaje para una tercera hacia La Boquilla. A su vez, una rama de flujo débil al sur de El Morrito formó una cuarta espiga en dirección a La Boquilla. El desarrollo urbano sobre la restinga, inicialmente el caserío de La Boquilla, luego el urbanismo hotelero y, finalmente, la invasión de La Boquillita, ha dado lugar al cierre de algunas bocas intermitentes que servían para el desagüe del drenaje pluvial de la ciénaga de Tesca. A principios de siglo funcionaban las bocas de El Boquerón, junto al hotel Las Américas, La Boquilla y Boquillita; en el decenio de 1940-50 se cerró la primera y a comienzos del decenio de 1990 la tercera. Ver figura 5.

### **Suelos**

La descripción de los suelos se tomó de la agrupación presentada por Haskoning-Carinsa (1996a), quienes a su vez la tomaron de IGAC (1982) y complementada con información de IGAC, 1975 y de CIOH (1998).

### **Suelos con influencia marina y fluvio marina reciente**

Se encuentran en los alrededores de la ciénaga de Tesca y comprenden los suelos de las consociaciones Barras, Tierrabaja y Mohán.

*Consociación Barras.* Formaciones are-

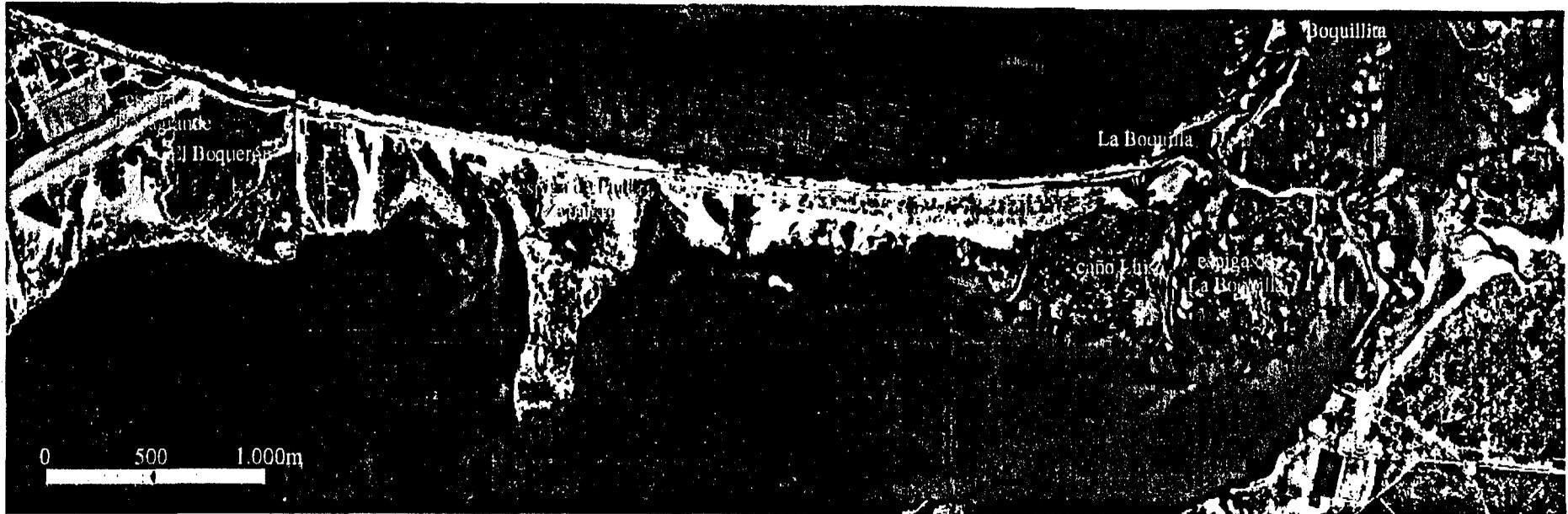


Figura 5. Localización de las espigas y bocanas de conexión mar Caribe-ciénaga de Tesca en 1968. Hoy sólo persiste la conexión de La Boquilla-caño Luisa.  
Fotomosaico elaborado por Neotrópicos con aerofotografías del vuelo R-611 del IGAC, escala ca. 1:20.000

nosas de La Boquilla, de grano medio, calcáreas, de color amarillo que no alcanzan a ser suelos; están íntimamente ligadas e influenciadas por las aguas marinas, con un nivel freático muy superficial y topografía plana (pendientes < 3%).

**Consociación Tierrabaja.** Suelos al E y NE de la ciénaga de Tesca, derivados de arena fina, con apariencia limosa en los substratos, fuertemente afectados por materiales salino-sódicos cuya influencia aumenta con la profundidad; ocupan la transición entre los manglares y la zona continental; su pendiente es muy baja (0-1%) y el drenaje moderado a imperfecto; sobre estos suelos se encuentra proyectados los tramos 2A, 2B y 3A del ESC.

**Consociación Mohán.** Al SE de la ciéna-

ga de Tesca, se consideran como una transición de suelos incipientes a suelos propiamente dichos, inundados la mayor parte del tiempo, con alto contenido de materia orgánica semidescompuesta y bajo contenido de minerales; la estación de bombas de El Paraíso y el tramo 1A del ESC se encuentran en esta consociación.

#### **Suelos de planicie fluvio marina**

Comprende los suelos del complejo La Mata y las asociaciones La Cacunda y Gualf y siguen al grupo anterior sobre la planicie adyacente al E de la ciénaga de Tesca, incluyen las pequeñas planicies interfluviales que colindan con los cauces naturales y el piedemonte de la serranía de Turbaco. También pertenecen a este

grupo los suelos de las consociaciones Alquería, en los alrededores de Punta Cano, donde se encuentran los tramos 3C, 3D y 3E del ESC.

El material parental lo constituyen sedimentos cuaternarios marinos (arcillas), debajo de recubrimientos lagunares y fluviales más recientes. Siempre tiene un horizonte A con textura franco-limosa y arcillosa, de espesor variable, y un B con estructura sin definir en algunos casos; son de baja pendiente (<1%), drenaje externo lento y el natural moderado con breves inundaciones; la vegetación es herbácea con algunos sectores de matorrales y pocos árboles hacia las cañadas de los cauces principales. El uso general es ganadería extensiva y, en algunos sectores, se siembra yuca, plátano, fríjol,

frutales y arroz.

#### **Suelos de piedemonte**

Incluye los suelos del Complejo Caimital y de las asociaciones El Porvenir, Palma Dulce y Las Mercedes. Se localizan en las depresiones y entalles de las corrientes principales; son depresiones aluviales y, en ocasiones, estrechos valles coluvio-aluviales encajonados en el gran paisaje de pequeñas mesetas. Los materiales son de origen sedimentario de texturas muy finas y finas a franco-gruesas y, en muchos casos, con gravillas, cascajos y cantos. El horizonte A es grueso y oscuro, descansa sobre un horizonte B, grueso a inexistente, y sobre un horizonte C delgado. Las pendientes son del 3 al 12%, el drenaje externo es lento y el natural mo-

derado. La vegetación natural de la parte plana es grama y malezas y en las cañadas rastrojos, arbustos y restos de bosques. El uso predominante es el pastoreo y, en menor escala, cultivos de maíz, yuca, ahuyama, plátano y frutales como mango, cítricos, melón, patilla y otros.

### **Suelos de colinas**

Comprende los suelos de la consociación Coloncito, el complejo Loma Larga y las asociaciones Tigre Viejo y Carabál. Se encuentran sobre el piedemonte y las colinas de la serranía de Turbaco y sobre el conjunto de lomas que bordean la cuenca del arroyo Guayepo. El relieve es ondulado a quebrado y a veces con disecciones profundas; las pendientes varían entre el 3 y el 25%, alcanzan en ocasiones hasta el 50%. El material parental es arcillolita y arenisca, poco duras, con inclusiones de carbonatos en forma de cantos. Las texturas son arcillosas, el horizonte A es de espesor variable y los horizontes B y C no siempre están presentes; en otros sectores, la secuencia A-B-C es normal.

El drenaje externo es moderado a rápido y el natural bien drenado. La vegetación es rastrojo y reductos de bosque secundario en declives y cañadas. El uso principal es el pastoreo de ganadería extensiva con algunos sectores en cultivos de yuca, maíz y frutales. En este grupo se encuentra el tramo 3B del ESC.

### **Hidrogeología**

En las áreas de influencia del proyecto se percibe como característica general un déficit hidrológico (evaporación [1700 mm] > precipitación [960 mm]) a nivel anual. Al desagregarse a nivel mensual se

observan excesos de lluvia en el segundo semestre cuando, con base en la estación Aeropuerto Rafael Núñez (Cartagena), se ha estimado una percolación media diaria de 0,33 mm (Huguett, 1988) hacia la zona saturada, muy baja para los 3 meses más lluviosos (septiembre a noviembre). El estudio de Huguett (1988), analiza la geología, la geomorfología, el clima y, junto con los resultados obtenidos en actividades de campo (geoeléctrica y pruebas de bombeo), se definen unidades hidrogeológicas que incluyen las áreas de influencia del proyecto.

### **Unidad hidrogeológica II**

Está conformada por los depósitos de playas del sector de Punta Canoa, donde finaliza el tramo 3E del ESC. El agua subterránea es im potable por presentar altas concentraciones de cloruros y conductividad superior a 300 mS/m, denotando claramente la influencia marina.

### **Unidad hidrogeológica III**

Está representada por los depósitos aluviales en las cuencas bajas de la ciénaga de Tesca y del arroyo Guayepo, en donde se encuentran los restantes tramos del ESC, a excepción del tramo 3B, y en algunos de los valles principales de la cuenca media de la ciénaga de Tesca.

Generalmente se componen de sedimentos inconsolidados poco permeables, tamaño fino a grueso, de poco espesor. Por la litología predominantemente fina se consideran como acuitardos y acuíferos pobres con agua salobre a poco dulce.

Las características químicas del agua varían según su cercanía a la costa y a la litología de las unidades adyacentes, ya

que su mayor recarga proviene de la escorrentía superficial. Son aguas de tipo clorurada a sulfatada sódica (conductividad promedio 250 mS/m) y moderadamente duras a duras, por lo que no son aptas para consumo humano.

### **Unidad hidrogeológica IIII**

Los materiales son de la unidad detrítica de La Popa (ver litología), depositados en un ambiente marino somero de transición, compuesto por un conjunto arenoso con intercalaciones de limolita, arenisca de grano muy fino y arcillolita; se encuentran colindando la planicie con el piedemonte.

Considérase como un acuífero pobre con espesor menor de 200 m. Las pruebas de bombeo en Santa Rosa (a 50 m snm y 12 km al E de la ciénaga de Tesca) se hicieron en un pozo de 159 m de profundidad, con tramos filtrantes de 56,16 - 60,00 y 69,52 - 83,77 m de profundidad; el agua es poco dulce, de tipo carbonatada cálcica y clorurada sódica, con contenidos de magnesio superior a los límites permisibles para consumo.

### **Unidad hidrogeológica VII**

Engloba a un grupo de unidades geológicas de la cuchilla de Canalete (tramo 3B del ESC) y de las cuencas altas de las áreas de influencia, que por su carácter litológico impermeable se comportan como acuíclados, sin ninguna posibilidad de explotación de aguas subterráneas.

### **Recarga del sistema**

La fuente principal de recarga de los acuíferos en materiales sedimentarios del Terciario (IIII y VII) es la precipita-

ción. Los depósitos cuaternarios (II y III) tienen además, la proveniente de las corrientes superficiales y el agua subterránea de los acuíferos terciarios colindantes.

En cuanto a la infiltración, las más favorables son las calizas arrecifales que afloran en los alrededores de Turbaco, por el alto índice de fracturación y diaclasamiento que presentan. El flujo de las aguas subterráneas se realiza desde las partes altas hacia el mar Caribe, pero no es tan grande como para drenar toda la recarga.

### **Descarga del sistema**

Se produce de manera natural, a través de los manantiales ubicados al pie de los escarpes, donde afloran las formaciones de calizas arrecifales y de manera artificial, a través de numerosos aljibes en los valles estrechos de la región montañosa y en la planicie costera.

### **Hidrología**

El escenario hidrológico relacionado con el ESC está referido en primer lugar al drenaje urbano y rural que llega a la ciénaga de Tesca y que, en los tramos iniciales, cruza su trazado; a las características de la hidrodinámica de la ciénaga de Tesca como cuerpo de agua estuarino y de su régimen de niveles y, finalmente, a las consecuencias ambientales de la construcción y operación del ESC sobre este componente.

Por otra parte, durante las investigaciones de campo se recogieron versiones de los lugareños de La Boquilla sobre la antigua existencia de *casimbas* (pequeños pozos)

para obtener agua más o menos dulce, útil para sus necesidades, lo que hizo pensar en la posible existencia de una circulación freática mar-ciénaga-mar a través de la barra de arena; al respecto, Neotrópicos colocó varios freáticos en la barra en los cuales realizó mediciones de nivel y conductividad eléctrica del agua, que más adelante se comentan.

### Drenaje

Está considerado como el aporte de la escorrentía generado por las dos cuencas principales: la de la ciénaga de Tesca y la del arroyo Guayepo (netamente rural).

El drenaje de la ciénaga de Tesca, a su vez, se discrimina en el aportado por la cuenca rural y el pluvial aportado por el casco urbano de la ciudad de Cartagena. Adicional a estos dos, se tiene el aporte generado por el alcantarillado de la ciudad a través de colectores en tubería y canales construidos para el drenaje pluvial, pero que son utilizados para la evacuación de aguas negras (tabla 13.).

**1. Drenaje rural.** Está conformado por una red de 8 arroyos que drenan una cuenca de 460 km<sup>2</sup>, localizada al costado E de la ciénaga de Tesca; los afluentes principales son los arroyos Tabacal y Hormiga, cuyas subcuencas cubren en conjunto el 72% del área señalada (ver tabla 14).

La mayoría de los cauces están obstruidos por series de represas, derivaciones y almacenamiento para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas en la región, por lo que no hay aportes significativos de la cuenca a la ciénaga de Tesca en el período seco del año. En el período de lluvias hay aportes a la ciénaga de

Tabla 13. Aportes de agua dulce a la ciénaga de Tesca

	caudal (m <sup>3</sup> /día)
alcantarillado (estaciones de descarga, colectores, canales)	62,000
descargas a cielo abierto	25,000
escorrentía pluvial zona urbana aportante	
época seca	360
época lluviosa	48,000
escorrentía zona rural aportante	
época seca	3,615
época lluviosa	482,000

Fuente: Hazen & Sawyer, 1998a

Tesca en forma de crecidas que superan las cotas de rebosamiento en las retenciones (ver en tabla 14.); ocasionalmente la falla en alguno de estos represamientos provoca a su vez fallas de los localizados aguas abajo y se generan desbordamientos e inundaciones en áreas urbanas y planicies próximas a la ciénaga (Haskoning & Carinsa, 1996b).

Por otra parte, la utilización de algunos estos cauces como criadero de peces hacia la desembocadura producen taponamiento de dichos vertimientos (Carrillo, 1995).

El uso cada vez más intensivo de los te-

Tabla 14. Subcuencas rurales de la ciénaga de Tesca y caudales (Tr=100 años)

subcuencas agrupadas	área (km <sup>2</sup> )	longitud (km)	caudal <sub>TR 100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Tenera-Limón	73.7	12.8	175
Chiricoco	37.9	19.6	80
Hormiga	190.6	38.5	302
Tabacal <sup>1</sup>	158.3	41.6	251

1. Las Tablas, Palenquillo, Meza

Fuente: Haskoning-Carinsa, 1996b

rrenos de la cuenca para la explotación agropecuaria ha dado lugar al uso de agroquímicos y pesticidas, cuyo receptor final es la ciénaga de Tesca., aunque las grandes arroceras desde 1993 suspendieron sus actividades (Castro, 1998).

En la ocurrencia de grandes crecidas en la cuenca, con la escorrentía también llegan a la ciénaga de Tesca cantidades importantes de sedimentos, de lo cual se tuvo observación directa (12.12.98) pero no se encontraron registros históricos.

La cuenca del arroyo Guayepo tiene una área de 68 km<sup>2</sup>, se extiende al E desde el mar Caribe entre la cuchilla de Canalete y las lomas de Guayacán, hasta las proximidades de la población de Bayunca, con una longitud del cauce principal de 17 km y un caudal (Tr = 100 años) de 165 m<sup>3</sup>/s (estimado por Neotrópicos con la metodología empleada por Haskoning-Carinsa, 1996b). El nivel de desarrollo agropecuario y los problemas ambientales de contaminación tienen las mismas connotaciones que para los arroyos afluentes de la ciénaga de Tesca; en la planicie de la cuenca baja se está gestando un proceso de desarrollo urbano de baja densidad.

**2. Drenaje urbano.** Este tipo de drenaje pluvial proviene de la escorrentía de una parte del casco urbano de la ciudad de Cartagena, aproximadamente unos 18 km<sup>2</sup>.

Esta escorrentía ha tenido un crecimiento y acondicionamiento progresivo a la par que el desarrollo urbano. Para 1938, aproximadamente la mitad de las 630 hectáreas del casco urbano y los 73.000 habitantes se encontraban en la cuenca

urbana de la ciénaga de Tesca. Lobo Guerrero, et al. (1941) proyectaron drenajes pluviales para esas condiciones, pero no se tiene conocimiento de obras construidas con esos diseños. A mediados del decenio de los 70 se diseñaron, entre otras obras, 5 canales en concreto y 2 revestidos en enrocado (Hidroestudios, 1977) para conducir los drenajes pluviales hasta la ciénaga de Tesca. Para 1981 se habían terminado las obras en concreto y se avanzaba en la construcción de los dos restantes; igualmente, se entregaron los estudios del Plan Maestro de Drenajes Pluviales de Cartagena (Hidrotec, 1981), los cuales incluyeron los diseños de otras obras complementarias para manejar el drenaje hacia la ciénaga de Tesca. En 1994, el drenaje urbano de la ciénaga de Tesca contaba ya con 20 canales construidos (17 en concreto, 2 en enrocado y 1 sobre el terreno natural, con anchuras entre 1,1 y 20 m, alturas desde 1,4 hasta 3,5 m).

El drenaje pluvial urbano a través de estas estructuras conduce a la ciénaga las descargas de conexiones fraudulentas de aguas negras del vecindario que no está conectado al alcantarillado, vertimientos de aceites e hidrocarburos de talleres y estaciones de servicio de los alrededores y substancias y gérmenes patógenos de los centros asistenciales de salud y hospitales instalados en la cuenca urbana de la ciénaga de Tesca; además los canales están atarquinados por los depósitos de residuos sólidos, basuras y sedimentos provenientes de las áreas deforestadas y expuestas a la erosión por invasiones del cerro de la Popa; estos depósitos son arrastrados por los aguaceros torrenciales de la temporada lluviosa a la ciénaga de Tesca (Castro, 1998).

### Hidrología de la ciénaga de Tesca

La ciénaga de Tesca es una laguna costera localizada en la margen N de la ciudad de Cartagena, con profundidades de hasta 1,6 m y con una extensión de 22,5 km<sup>2</sup>. Está conectada con el mar Caribe a través de una boca (La Boquilla) en el sector N que funciona durante la temporada lluviosa. Por el sector SO (cabecera S de la pista del Aeropuerto Rafael Núñez) se comunica con la bahía de Cartagena y el sistema de caños y lagunas internas de la ciudad, a través del caño Juan Angola. Por el O está separada del mar Caribe por una barra litoral donde se asienta la población de La Boquilla (Castro, 1998). Por el E existe una zona de manglares y áreas pantanosas que cubren un área de 7,5 km<sup>2</sup> y la cuenca hidrográfica ya descrita en el aparte del drenaje rural. Por el S limita con la zona urbana de Cartagena denominada Zona Suroriental, de la cual recibe el drenaje urbano antes comentado.

**1. Hidrodinámica.** Los aportes hídricos a la ciénaga de Tesca se encuentran regidos por tres factores así:

**a. El aporte de agua marina,** a través del intercambio con el mar Caribe por la boca de La Boquilla. Este intercambio es muy deficiente y puede producirse por dos eventos:

o Lluvias intensas o duraderas, generalmente entre agosto y noviembre, incrementan el nivel de la ciénaga, provocan el rompimiento de la barrera de sedimentos y la interconexión con el mar. El exceso de escorrentía de la cuenca sale en

tonces hacia el mar hasta cuando se equilibran los niveles y sigue luego una fase de intercambio en donde el agua marina entra y sale de la ciénaga según el régimen de mareas. Ocasionalmente y ante lluvias intensas en la cuenca se abren temporalmente dos o más bocas al N de La Boquilla, que operan solamente en dirección al mar.

o Por efecto de mares de leva que con su acción erosiva pueden llegar a abrir un canal de acceso inclusive en épocas secas (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987), cuando la boca se encuentra cerrada.

En la fase de intercambio ingresan a la ciénaga sedimentos marinos arenosos que son transportados a lo largo de la playa por la deriva litoral. Estos sedimentos, del orden de 1.400 m<sup>3</sup>/día (CIOH, 1981), se depositan en la parte interna de la ciénaga formando un delta invertido, por lo cual el simple dragado de la boca no es suficiente y se requirieron otras soluciones de ingeniería.

El flujo de intercambio es variable tanto

Tabla 15. Aforos en la boca de la ciénaga

fecha	hora	flujo	velocidad media m/s	caudal m <sup>3</sup> /s	área m <sup>2</sup>	profundidad media m	observaciones
10/15/98	13:56	salida	0.2	9.5	44.0	0.6	canal inicia desde 25 m hasta 66 m
10/20/98	12:53	entrada	0.4	17.0	40.4	0.7	canal inicia a 36 m hasta 54 m
10/22/98	14:15	salida	0.6	46.6	76.2	1.3	lluvias desde la madrugada hasta el mediodía, canal inicia a 5 m y se profundiza desde 40 m hasta 68 m
10/27/98	8:40	salida	0.3	10.7	26.9	1.1	mar de leva 4 días antes por acción del huracán Mitch, canal inicia a 20 m hasta 78 m, algas y rastros del ingreso del mar sobre las playas
11/3/98	12:30	salida	0.6	48.7	85.6	1.0	canal inicia a 20 m hasta 85 m
11/9/98	17:20	entrada	0.2	13.5	74.3	1.0	canal secundario desde 30 m, principal desde 62 m hasta 80 m
11/11/98	7:40	entrada	0.2	10.7	68.8	0.9	canal secundario desde 28 m, principal desde 60 m hasta 85 m
11/24/98	13:00	entrada	0.7	46.6	70.2	0.9	canal inicia a 45 m hasta 80 m

en dirección como en volumen dependiendo del momento mareal en que se realice la medición. Se han efectuado aforos diversos donde el caudal registrado en el canal es de 33,0 m<sup>3</sup>/s (CIOH 1981), de 7,14 m<sup>3</sup>/s (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987) y de 1,63 m<sup>3</sup>/s en canal abierto por los boquilleros en julio de 1987 (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987). Otros estudios (CIOH, 1981) concluyen que el porcentaje máximo de recirculación es del orden del 35% del volumen total de la ciénaga. Una serie de mediciones realizadas por Fundación Neotrópicos para este estudio (octubre-noviembre de 1998) confirman esta variabilidad (tabla 15.), tanto en la anchura de la boca que alcanzó hasta 85 m como en la profundidad (promedio 0,94 m). La sección típica de la boca presenta siempre un canal principal hacia el costado norte (a veces acompañado de un canal secundario) que alcanzó una profundidad máxima de 2,0 m y una base de 60 m para el sentido de flujo de salida (bajamar) durante la época lluviosa. Para el sentido de flujo entrante (pleamar) el canal se angosta un poco llegando a tener una base de 40 m y 2,0 m de profundidad

máxima; esta diferencia en la sección se explica por el sedimento arenoso que contiene el flujo entrante a la ciénaga. Los eventos de lluvias intensas y prolongadas en la cuenca labran canales grandes en La Boquilla, los que permiten también el ingreso de mayores caudales de agua marina durante la pleamar. El flujo saliente de la ciénaga se inicia con mayor energía para evacuar la crecida almacenada en la ciénaga, socavando el fondo del canal y dándole forma a la sección hidráulica requerida; una vez equilibrados los niveles mar - ciénaga, el prisma de marea se va reduciendo paulatinamente por efecto del aporte de sedimentos de la deriva litoral.

**b. Aportes de agua dulce,** provenientes tanto del drenaje rural y urbano como de las aguas servidas de la población en la cuenca urbana aferente (tablas 13 y 14); estos aportes llegan a la ciénaga de Tesca por los costados oriental (para el drenaje rural), y sur (para el drenaje pluvial y la descarga de aguas servidas de la cuenca urbana).

**c. Aportes de agua subterránea,** cuyo co-

nocimiento es muy escaso como factor relevante en la hidrodinámica de la ciénaga, sólo se puede mencionar de manera muy general que para la región de Cartagena y sus alrededores se presenta poca infiltración por lo que son zonas muy susceptibles a inundaciones en épocas lluviosas; los pocos acuíferos que se presentan tienen como única fuente de recarga las precipitaciones, cuyo régimen durante todo el año es de aguaceros cortos, de alta intensidad, muy locales, según la correlación de las precipitaciones mensuales entre diversas estaciones meteorológicas (Huguett, 1988).

*d. Circulación freática por la barra de arena.* Con el fin de identificar este fenómeno se colocaron 6 freatómetros situados a distancias entre 80 y 100 m uno de

otro, comenzando desde la margen S del canal de La Boquilla, y en dirección SO (tubos 1 a 6); otro se colocó en proximidades del caño Luisa (tubo c); ver figura 6. y tabla 16.).

Adicionalmente, se efectuaron mediciones de referencia en el mar y en la ciénaga.

Las mediciones de temperatura, conductividad, nivel freático y concentración de sólidos totales (tabla 16.) se efectuaron siempre en horas de marea entrante a la ciénaga. Los resultados indican que no hay una correlación entre los niveles freáticos medidos y los demás parámetros registrados: la conductividad indistintamente baja o sube con los aumentos del nivel freático; el día anterior a la me-

Tabla 16. Características de las aguas freáticas en la barra litoral de la Boquilla, mediciones de noviembre de 1998

casimbas	distancia al mar (m)	3.11.	9.11.	10.11.	11.11.	19.11.	24.11.	26.11.	promedio
		conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )							
tubo c	-	7.4	5.2	5.5	6.5	9.5	10.4	11.7	9.4
tubo 1	49	81.7	-	73.6	-	111.5	-	82.1	87.2
tubo 2	86	52.8	-	48.5	-	61.3	-	49.8	53.1
tubo 3	85	69.8	-	43.4	-	63.5	-	71.8	62.1
tubo 4	73.5	-	-	56	-	69.6	-	68.4	64.7
tubo 5	89.6	8.5	-	-	-	-	-	-	8.5
tubo 6	78.6	7.7	-	8.6	-	-	-	-	8.2
caño Luisa <sup>1</sup>	-	72.5	50.5	17.2	19.4	-	45.2	-	41
mar Caribe <sup>1</sup>	0	-	-	-	-	-	-	-	49.6
		nivel del agua hasta borde (cm) <sup>1</sup>							
tubo c	-	35	55	62	55	48.5	50	50	35 - 62
tubo 1	49	49	-	55.5	-	51.5	-	66	49 - 66
tubo 2	86	65	-	49	-	56	-	72	49 - 72
tubo 3	85	56	-	63.5	-	73	-	63	56 - 73
tubo 4	73.5	-	-	56	-	63	-	62	56 - 63
tubo 5	89.6	79	-	73.5	-	-	-	80	73.5 - 80
tubo 6	78.6	59	-	63	-	67	-	54	54 - 67

1. mediciones de referencia

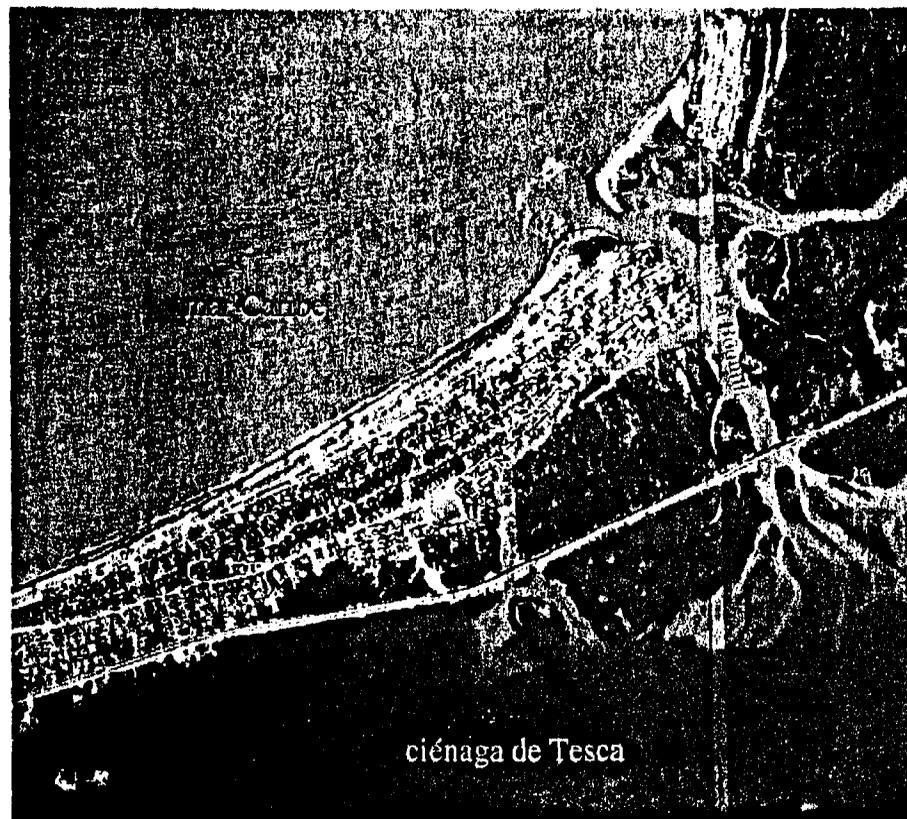


Figura 6. Ubicación de las casimbas para mediciones en la restinga de La Boquilla, sobre aerofotografía de IGAC, tomada en 1993. Vuelo IGAC C-2525 de 1993

dición del 10.11.1998 cayó un aguacero pequeño (6,4 mm) en la zona y dos de los freatómetros (tubos 2 y 5) mostraron aumento de nivel (hasta de 16 cm), mientras que en los demás descendió.

Por otra parte, las mediciones se efectuaron en diferentes estadios de la pleamar, entre las 12:00 y las 17:00 horas y los niveles indistintamente subieron o bajaron.

Lo que sí es claro es que existe una circulación freática a través de la barra de are-

na, pero en ella intervienen, además de los ciclos de variación diaria en el mar y estacional por lluvias en la cuenca, otros factores como la lluvia caída sobre la barra y las condiciones locales de permeabilidad o cohesión del suelo. Por lo tanto, se recomienda establecer un monitoreo de los niveles freáticos y su conductividad, ligándolos a un nivel de referencia y con mediciones diarias en los diferentes estados mareales, y correlacionándolos con las lluvias de la zona y el tipo de suelo.

2. *Niveles*. Su mayor variación es debida a las escorrentías de la cuenca hidrográfica. Las mareas no influyen significativamente en la variación de niveles en la ciénaga; variaciones entre 0,20 m y 0,4 m en el mar dieron lugar a variaciones de sólo 0,08 m en la ciénaga (Haskoning-Carinsa, 1996), lo cual puede deberse a la construcción del Anillo Vial, que formó una barrera entre ésta y el mar y a pesar de incluir numerosas obras hidráulicas de interconexión, muchas de ellas se han obstruido con el tiempo para facilitar el relleno del costado O de la vía. En las mediciones de Neotrópicos (octubre-noviembre de 1998) se observó que éste valor tiene un promedio de 0,11 m con un máximo de 0,17 m.

El incremento del nivel del agua en la ciénaga, cuando su comunicación con el mar se encuentra interrumpida (durante periodos variables), generalmente entre noviembre y abril, es en promedio 0,24 m (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987).

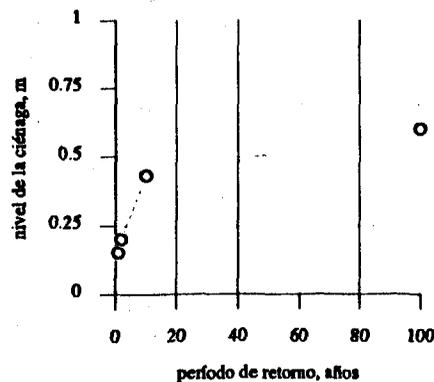


Figura 7. Variación de los niveles de agua en la ciénaga de Tesca. Fuente CIOH, 1981

El CIOH (1981) calculó variaciones en el nivel de la ciénaga para diferentes periodos de recurrencia (figura 7.); el de 100 años (0,60 m) es producido por una precipitación de 170 mm en la estación meteorológica de el Aeropuerto Rafael Núñez. No obstante, Hidroestudios (1977) registró un nivel máximo de es de 0,70 en el época de lluvias de ese año. Haskoning-Carinsa (1996b) proyectó un nivel máximo de 0,90 m con un periodo de retomo de 100 años.

## Clima

### Condiciones generales

El clima regional presenta un comportamiento regido por 4 fenómenos meteorológicos principales: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los vientos Alisios, el paso de las ondas del E y frentes fríos tributarios del hemisferio N. De acuerdo con la interacción de estos fenómenos, el clima general de la región se puede clasificar como tropical semiárido (CIOH, 1998).

La CIT es el principal regulador del clima de la región, con sus desplazamientos produce movilización de masas de aire marítimas y continentales y genera alterancia de condiciones climáticas. Aunque la CIT propicia altas precipitaciones por el ascenso y condensación de masas de aire, pueden presentarse variaciones locales por las condiciones topográficas del sector y el estado promedio de humedad de las masas de aire al paso por los núcleos de baja presión de la ZCIT. Cartagena es una ciudad con característica de estacionalidad climática monomodal (Hazen & Sawyer, 1998b).

En cuanto a la circulación de los vientos Alisios (vientos del N y NE), tributarios de los centros de alta presión del Atlántico NE (CIOH, 1998), las épocas de mayor incidencia de éstos vientos corresponden a tiempo anticiclónico de bajas precipitaciones, diciembre a marzo (Hazen & Sawyer 1998b).

Otro fenómeno atmosférico de importancia en la región es el paso de Ondas Tro-

picales del Este que son sistemas nubosos migratorios que viajan envueltos en la corriente de los vientos Alisios, lo que hace que su desplazamiento sea E-O; a su paso aumentan los vientos y luego se incrementan el cubrimiento nuboso y las lluvias; a partir de estos fenómenos (entre junio y noviembre) se originan los huracanes (CIOH, 1998).

Los vientos que acompañan los frentes fríos, luego de su paso, generan sobre la costa un tren de olas que combinado con el *Swell*, pueden producir el *mar de leva*, generalmente entre enero y febrero y a veces hasta abril (CIOH, 1998).

### Condiciones locales

La lluvia media anual para el área de influencia indirecta es del orden 1.200 mm; por la zona del corredor del ESC es ca. 1.000 mm y para la parte alta de las cuencas aferentes del orden de los 1.400 mm (figuras 8a. y 8b.). Según la información a nivel anual de la única estación climatológica en el área de influencia (Aeropuerto Rafael Núñez), la temperatura me-

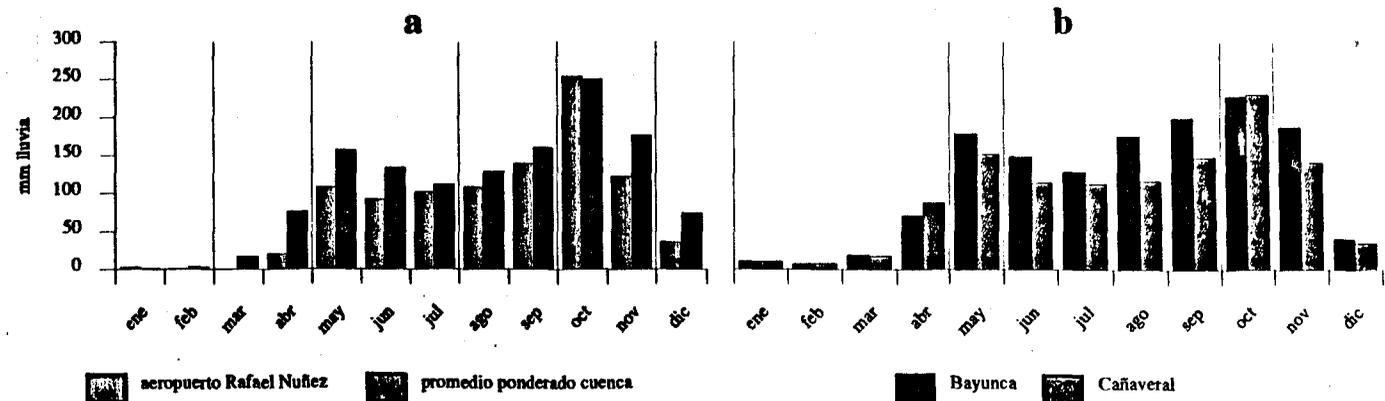


Figura 8. Precipitaciones medias mensuales multianuales en la cuenca de la ciénaga de Tesca, período 1974-1994. Fuente: datos IDEAM (HIMAT), citados por Haskoning-Carinsa, 1996b

dia es de 27,9° C y se mantiene más o menos constante a lo largo del año; la evaporación media es de unos 1.800 mm/año; la humedad relativa es del 82% y el brillo solar es de 2.400 horas lo que equivale de 6 a 7 horas de insolación diarias. De acuerdo con el análisis de la información se pueden distinguir tres períodos climáticos en la zona de estudio: una época seca, una época húmeda o lluviosa, y una época de transición entre las dos anteriores.

**Epoca seca.** Se presenta entre los meses de diciembre a marzo, recibe apenas el 5% de las lluvias totales del año; el mes más seco es febrero, época de mayor incidencia de los Alisios provenientes del N y del NE (CIOH, 1998) que activan los fenómenos oceánicos mares de leva y refrescan el ambiente, registrándose temperaturas mínimas de 17°C.

La humedad relativa es del 77% y se reduce la nubosidad (3 octas). La evaporación presenta sus más altos niveles (del orden de los 170 mm/mes), así como la insolación (9 horas/día). La boca de conexión de la ciénaga con el mar se cierra por acción de la deriva litoral y el único aporte a la ciénaga de Tesca se limita a las aguas cloacales del alcantarillado de Cartagena.

**Epoca de transición.** Está comprendida entre los meses de abril y julio y se caracteriza por la irregularidad de las lluvias (37% de las lluvias totales del año) y de los vientos, los cuales no sólo varían su intensidad sino su dirección. Esta época es denominada por algunos como el veranillo de San Juan (CIOH, 1998). La evaporación se reduce (140 mm/mes) durante los días de lluvia, así como el brillo

solar (7 horas/día) y aumenta la nubosidad (5 octas). A pesar de que las lluvias son un poco más frecuentes, el aporte que éstas le hacen a la ciénaga queda limitada a la lluvia que cae directamente en el espejo de agua de la ciénaga y de las zonas aledañas, debido al represamiento de los arroyos de la cuenca (Haskoning-Carinsa 1996b).

**Epoca húmeda.** Se extiende de agosto a noviembre, cuando entra de lleno el segundo paso de la CIT; las lluvias son abundantes (58% de la lluvia anual), especialmente en octubre, el mes más lluvioso del año (CIOH, 1998). Los vientos son débiles, con alguna presencia de vientos provenientes del S y del SO (Ortiz, 1988).

Excepcionalmente, cuando algún huracán acerca su trayectoria a las costas colombianas, se producen vientos fuertes del O y NO que generan mares de leva y lluvias de alta intensidad y generalizadas en toda la cuenca. La evaporación alcanza sus más bajos registros (118 mm/mes), se aumenta la nubosidad (6 octas) y la humedad relativa (82%). La insolación se reduce a 5 horas/día.

El balance hídrico es deficitario la mayor parte del año desde el mes de diciembre hasta el mes de julio, excepto los meses de abril y mayo, durante estos meses se tiene un aumento considerable de la precipitación en el año húmedo.

Durante el año seco se tiene un déficit de 550 mm, mientras que en el año húmedo se tiene una producción de 400 mm, esto indica que pueden existir años en los cuales la precipitación se puede aprovechar ver tabla 17. (Bello 1989)

Tabla 17. Balance hídrico de la cuenca de la ciénaga de Tesca

mes	año húmedo			año seco		
	P	ETP	AS	P	ETP	AS
ene	0	94	-94	0	116	-12
feb	0	117	-116	0	87	-87
mar	0	122	-122	0	94	-94
abr	181	116	64	6	111	-106
may	439	120	319	111	99	-12
jun	47	102	-55	30	87	-57
jul	101	125	-24	113	113	-90
ago	105	131	-26	162	92	69
sep	351	109	206	121	99	22
oct	413	105	308	110	135	-25
nov	98	96	2	116	109	7
dic	37	100	-63	0	86	-86

P = precipitación

ETP = evapotranspiración

As = cambio de volumen en los reservorios de la cuenca, principal la ciénaga de Tesca

Fuente: Bello, 1989

### Huracanes

La gran cuenca del Caribe está sometida a la presencia frecuente de huracanes que se forman en el segundo semestre del año en los centros de baja presión del Atlántico

Medio, entre el continente americano y los continentes europeo y africano. Su entrada generalmente se produce a la altura de las Antillas Menores (islas de Granada, Barbados, Dominica, Vírgenes, etc.) y continúan entre las Antillas Mayores (Puerto Rico, Jamaica, Cuba, etc.) y la península mexicana de Yucatán; toman luego una dirección N cruzando la península de La Florida y, finalmente, desaparecen sobre la costa O de los Estados Unidos.

De acuerdo con el análisis de los recorridos y características de los huracanes registrados en el National Climatic Data Center (1998), cuando el ojo del evento entra por el S de Granada y su magnitud pasa de tormenta tropical a huracán entre los meridianos 70 y 80° de longitud O y por debajo del paralelo 15° de latitud N, su cola puede afectar las costas colombianas y las islas de San Andrés y Providencia.

En las últimas años (tabla 18.), el huracán Joan (10 al 23 de octubre de 1988, alcanzó velocidades superiores a los 230 km/hora y presiones inferiores a 940 mi-

Tabla 18. Huracanes y tormentas tropicales presentes en el Caribe Colombiano.

clase	nombre	fecha del evento	vientos máximos (k/h)	presión mb	categoría	paso más cercano a Cartagena		lluvias medias durante evento
						latitud N	longitud O	
huracán	Francelia	29.08.-04.09.69	185	973	3	14.9	74.3	
huracán	Edith	05.09.-18.09.71	259	943	5	13.6	75.3	
tormenta tropical	Laura	12.11.-22.11.71	111	994	-	12	78.5	
huracán	Greta	13.09.-20.09.78	213	947	4	13.7	74.2	
huracán	Joan	10.10.-23.10.88	232	932	4	11.7	75	
tormenta tropical	Bret	04.08.-11.08.93	93	1002	-	10.7	75.8	
huracán	Cesar	24.07.-26.07.96	130	990	1	12.3	74.5	

Fuente: National Climatic Data Center (1998)

libres, National Climatic Data Center, 1998) ha sido el de consecuencias más graves; su ojo cruzó la Guajira colombiana y entre el 16 y 18 de octubre, causó lluvias torrenciales en toda la cuenca de la ciénaga de Tesca que produjeron inundaciones generalizadas y sobre elevación en el nivel de la ciénaga. (Haskoning-Carinsa, 1996). El volumen de precipitación caída en esas fechas tiene, según esta misma fuente, una recurrencia de 50 años.

Entre el 19 y 22 de octubre de 1998, el huracán Mitch produjo lluvias de regular intensidad y mares de leva que azotaron las costas de Cartagena. En la tabla 8. se presenta la relación y características de los huracanes y tormentas que más cerca de Cartagena han pasado (National Climatic Data Center, 1998) junto con el registro de lluvias obtenido en la estación Aeropuerto Rafael Núñez

## Oceanografía

### La circulación oceánica

Cartagena se encuentra en un gran cuenca delimitada por Nicaragua y Panamá hacia el O, y por la península de la Guajira por el E. Las interacciones de la corriente del Caribe, de dirección NE-SO, y de la contracorriente del Darién, de dirección SO-NE, dentro de ésta cuenca, junto con la influencia de los vientos y de las mareas, producen variaciones estacionales y aún diarias de las corrientes de la costa de Cartagena. (Hazen & Sawyer, 1998a).

Los vientos oceánicos son la fuerza que mueve las corrientes oceánicas; aunque varían según la temporada, la dirección

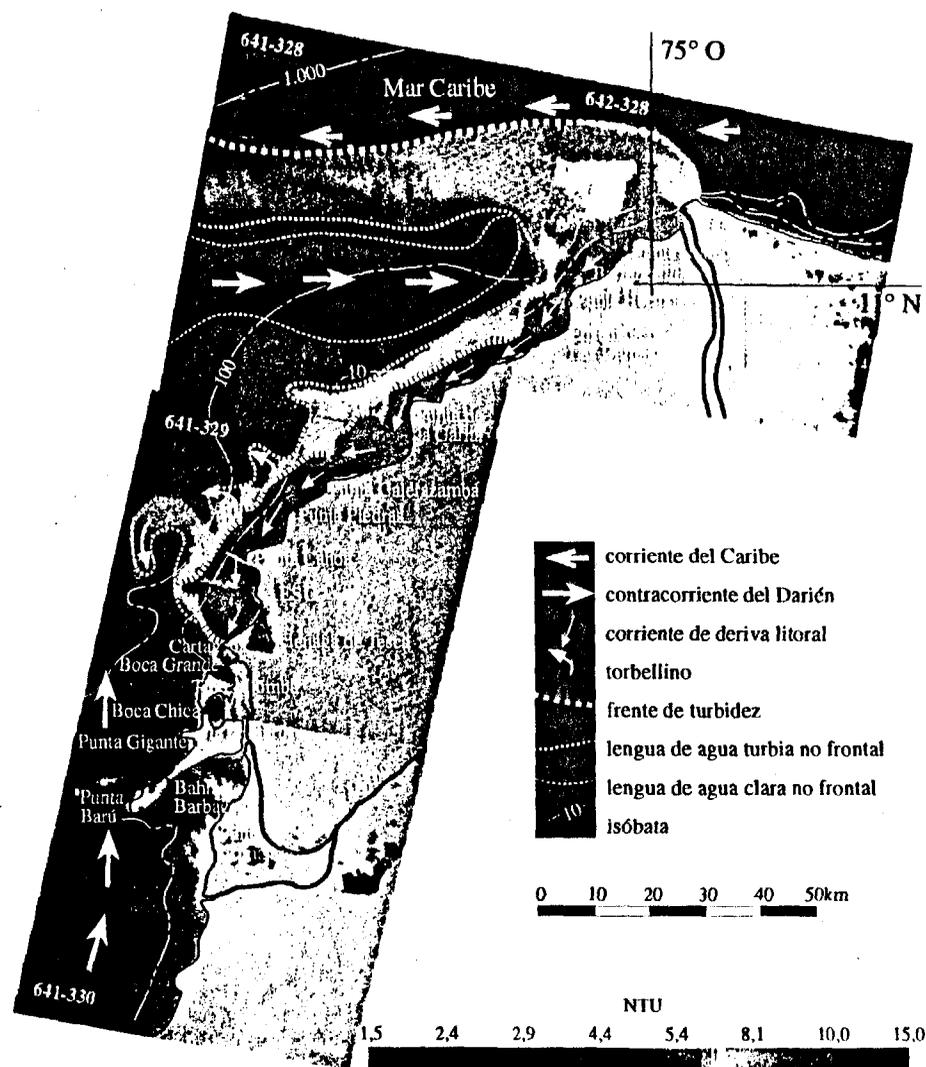
primaria de los vientos Alisios es desde el E. Sin embargo, en la vecindad de Cartagena la península de la Guajira obliga a los vientos a correr por la costa caribe colombiana en la dirección NE-SO. Esta circulación se hace sentir con mayor influencia en la época seca, con velocidades hasta de 16,6 m/s. El resto del año el viento proviene del SO (CIOH, 1998).

Las velocidades máximas de corrientes medidas en el mar son de 0,25 m/s, con clara influencia del viento durante la medición (Haskoning-Carinsa, 1996). Mediciones de corrientes en el área de estudio fueron realizadas por Hazen & Sawyer, mediante un perfilador acústico, entre 1997 y 1998. Los resultados determinan la presencia de corrientes con velocidades promedio entre los 13,1 y 26,5 cm/s, cuya variación se asocia a la época del año y la presencia de los remolinos por encuentro de corrientes con direcciones opuestas<sup>1</sup>.

Las imágenes de satélite SPOT de marzo de 1986 muestran el efecto de las corrientes sobre la dispersión y transporte de los sedimentos del río Magdalena (ver mapa 13). La pluma de sedimentos se distribuye a lo largo del litoral hasta Cartagena, donde el frente de la pluma es contrarresto por la contracorriente del Darién, produciendo una zona de gran remolino precisamente frente a Punta Canoas, área de descarga del ESC.

Factores como el oleaje de dirección perpendicular a la costa y la presencia de las prolongaciones de los morros, determinan procesos erosivos más intensos y la

<sup>1</sup> El subcapítulo Análisis de alternativas del ESC (capítulo VI) presenta mapas sintéticos de esta mediciones



mapa 13. Dinámica del penacho de sedimentos del río Magdalena a lo largo de la costa del Caribe al SO de Puerto Colombia  
fuente: Adaptado de Amaya & Thomas, 1988

intersección de las corrientes que provocan a su vez la formación de remolinos y una mayor concentración de sedimentos, tal como lo destacan Amaya y Thomas (1988), para Punta canoa, Punta de la Garita y la Ensenada de la Damas.

### Mareas

El régimen de mareas es mixto con predominio semidiurno de amplitud corta, variando en promedio entre 17 y 42 cm (Hazen & Sawyer, 1998a). Otros autores clasifican la marea de la región como micromareal, es decir presenta un rango (diferencia de altura entre la pleamar y la bajamar) muy pequeño y durante unos pocos días al mes cuenta con anomalías de tipo diurno, es decir una pleamar y una baja mar por día (CIOH, 1998). En general se presentan dos pleamares cada 11,5 h y dos bajamares, con un h (altura máxima para un período de retorno de 100 años) de 1,29 m (pleamar máxima) (Haskoning-Carinsa, 1996c).

Así mismo se ha encontrado que el nivel medio del mar ha venido aumentando en los últimos 20 años, alcanzando un incremento de 12 cm, con lo que se puede establecer una tasa anual de 5mm/año (CIOH, 1998). Esta afirmación constituye el primer indicio de las consecuencias que puede acarrear en la zona de estudio

Tabla 19. Alturas significantes de ola y frecuencia de alturas de ola  $\geq 3,5$  m

temporada	altura significante	mes	frecuencia (%)
seca	2.0 a 4.0	diciembre	15
		enero	35
		febrero	35
		marzo	30
		abril	15
transición	1.5 a 3.0	mayo	<10
		junio	15
húmeda	1.5 a 2.0	julio	20
		agosto	15
		septiembre	<10
		octubre	<10
		noviembre	<10

Fuente: Hazen & Sawyer, 1998a

el fenómeno del calentamiento global.

### Oleaje

El oleaje más frecuente proviene del N y del NE, siendo este último el oleaje más fuerte. La mayor intensidad se presenta en la época seca (diciembre-abril). El resto del año se presenta oleaje de variadas direcciones entre el NE y el SO y en raras ocasiones del O. Este oleaje es de menor intensidad, aunque pueden presentarse fuertes oleajes de corta duración, debidos también a fenómenos meteorológicos

tabla 20. variaciones de la línea de costa en el período 1986-1997

zona	retroceso (m)	avance (m)	terrenos perdidos (km <sup>2</sup> )	terrenos ganados (km <sup>2</sup> )	tasa de erosión (m/año)	tasa de sedimentación (m/año)
Punta Canoas	160	560	0,15	0,74	15	51
La Boquilla	160	-	0,22	-	15	-

cos de corta duración (CIOH, 1998).

Estas características y la altura de la ola significativa se presentan por temporadas en la tabla 19. tomado de Hazen & Sawyer (1998a).

### Oleaje en la ciénaga

La información que se tiene de oleaje en la ciénaga es la siguiente (Haskoning - Carinsa, 1996):  
altura significativa (m): 0,40  
período (s): 2,50

### Dinámica Costera

Los agentes oceanográficos que modelan la morfología de la franja litoral a escala local, están sujetos a cambios climáticos estacionales prevaletentes en el área y actúan principalmente en aquellas zonas susceptibles a la acumulación y pérdida de sedimento (CIOH, 1998).

Los eventos de erosión y sedimentación a escala regional podrían ser el resultado

de fenómenos tectónicos asociados al diapirismo arcilloso que se presenta principalmente en los alrededores de Galera-zamba.

La formación de barras submarinas en la primera mitad del año y la recuperación de las playas en la segunda, al disminuir la energía del oleaje, definen el comportamiento general en equilibrio que experimentan las playas del sector.

En cada período climático los cambios morfológicos del perfil costero, están asociados a pérdida o ganancia de sedimentos. Durante la época de vientos la acción mecánica del oleaje sobre la parte de la costa objeto de este estudio, produce efectos erosivos, asociados a fenómenos como *overwash* (exposición del sustrato rocoso), desaparición de la berma y formación de barras submarinas. Mientras que en períodos de lluvias es notorio un avance significativo de estas playas, recuperando su berma, la tabla 20 agrupa las variaciones de la línea de costa.

# **IVb. Diagnóstico biológico**

## Descripción del ambiente biológico

El área de influencia del ESC está conformada por tres grandes paisajes y no menos de 14 biotopos: el sistema Tesca, la llanura costera de la zona Norte y el área costera marina al frente de Punta Canoa.

Estas tres grandes paisajes, difieren en cuanto a su status ecológico actual, producto de la interacción entre las dinámica natural propia de cada unidad de paisaje y los procesos antrópicos que en ella se llevan a cabo. Para calificar el status de los biotopos, se utiliza la clasificación de IUCN (1990) modificada por Neotrópicos (1996), en cuatro categorías: natural, modificado, alterado y deteriorado<sup>1</sup>

Tanto la ubicación, como la construcción y operación del ESC, definen a la ciénaga de Tesca como el sistema ecológico más afectado directa e indirectamente

(nuevos accesos, descargas concentradas en periodo interino, supresión de aguas dulces de estiaje en operación pero eliminación permanente de cargas contaminantes).

Los terrenos involucrados en el corredor de la tubería corresponden en gran

medida a áreas cuya cobertura vegetal original fue reemplazada por pastos para ganadería, cultivos y actualmente desarrollos urbanos en expansión.

Aun cuando la zona marina frente a Punta Canoa, sitio final propuesto para descarga, estaría afectada directamente por lo procesos de construcción y operación, las condiciones y dinámica costera limitarán los efectos a una área restringida como ya se anoto en la descripción del proyecto. Por último, la probabilidad de alteración de los corales del Parque Nacional Natural Corales del Rosario es definida como remota por los estudios de factibilidad del ESC

Pese a que la naturaleza obra a través de un conjunto de elementos interrelacionados, la siguiente descripción ambiental se refiere por separado a los principales paisajes y sus biotopos que directa o indirectamente están relacionados con el proyecto objeto de evaluación, así como a sus principales componentes y procesos ecológicos (ver mapa 14).

### Sistema de Tesca

Se localiza al O del corredor propuesto para el ESC, es definida ecológicamente como una laguna costera destacandose

te para autoconsumo, (c) agricultura de tala, roza y quema en pequeñas parcelas (< 2 ha) con descansos largos (> 25 años). *Biotopos intervenidos*, con actividades humanas, en los cuales la colonización y la sucesión son aceleradas o retardadas por el hombre, perturbaciones inducidas reversibles: (a) actividades extractivas indiscriminadas, intensas, (b) agricultura itinerante de tala, roza y quema en pequeñas parcelas (2-10 ha), con descansos cortos (5-10 años). *Biotopos alterados*, con

Tabla 21. Caracterización general de la ciénaga La Virgen o de Tesca

característica	descripción
coordenadas	N 10°25'50" a 10°30'40"; W 75°28'36" a 75°30'40"
forma	triangular, parte más angosta hacia el N y la ancha al S
longitud y anchura máximas	7 km y 4,5 km
área (km <sup>2</sup> )	total 32; espejo de agua 22.5 (2.250 ha)
profundidad media (m)	1.3
volumen (m <sup>3</sup> )	26'000.000
área de drenaje zona este (km <sup>2</sup> )	500 (50.000 ha)
tipo de aguas	salobre
cobertura vegetal de las margenes	• manglares, excepto la zona S (urbanizaciones marginales)
conexiones con el mar	• actualmente una, La Boquilla • temporal mente abierta en época lluviosa
causa principal de la degradación	• desarrollo urbano y suburbano incontrolado
fuentes principales de contaminación	• aguas negras crudas (contaminación orgánica) • escorrentía superficial (contaminación micro-orgánica)

Adapdo de Cardozo (1987, citado por Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997) y Hazen & Sawyer (1998)

por la variabilidad de sus condiciones, lo que determina su funcionamiento dinámico. En la tabla 21 se presentan sus principales características particulares.

### El espejo de agua.

Recibe por su margen E aguas de los arroyos Meza, Hormiga, Limón y Ternera y los caños Palenquillo, Medio, Juncal y Tabla que a su paso riegan cultivos de arroz. Por el S, a través del barrios

actividades humanas, en los cuales los procesos ecológicos de colonización y sucesión deben ser inducidos y manejados, perturbaciones inducidas de lenta reversibilidad (ca. 1 generación humana): (a) agricultura sedentaria con descansos cortos (< 5 años), parcelas grandes (> 10 ha), animales de corral, ganado menor y animales domésticos introducidos, (b) ganadería extensiva sobre pastos nativos, con poca rotación de potreros. *Biotopos deteriorados*, con actividades humanas, en los

tuguriales, drenan los caños María Auxiliadora, Barcelona, Amador Bechara (Cardozo, 1987, citado por Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997).

Son las características físico-químicas de sus aguas las que reflejan su comportamiento dinámico y permiten evidenciar cambios determinados por la mezcla de aguas marinas y dulces de escorrentía, precipitación y residuales, bajo la acción de los procesos climáticos.

cuales los procesos ecológicos de colonización y sucesión deben ser inducidos y manejados, perturbaciones inducidas de muy lenta reversibilidad (varias generaciones humanas): (a) tala rasa, áreas urbanas, (b) minería a cielo abierto o en aluvión, (c) ganadería extensiva sobre pastos mejorados. IUCN, WWF, PNUMA, . 1980. A world conservation strategy. Second draft. Gland, Suiza. 97 p.

<sup>1</sup> Esta clasificación considera la dinámica de los procesos ecológicos más que la estructura de los biotopos:

*Biotopos naturales*, con actividades humanas o sin ellas, pero en los cuales la colonización de especies y la sucesión primaria y secundaria, procesos ecológicos de respuesta a las perturbaciones naturales o inducidas, ocurren sin el concurso ni interferencia del hombre: (a) usos no consuntivos, (b) actividades extractivas selectivas de baja intensidad, generalmen-

La temperatura oscila alrededor de los 30°C, alcanzando, debido a la escasa altura de la columna de agua, los 35°C; el oxígeno se incrementa durante el día y de N a S de la ciénaga, asociado a la mayor concentración de fitoplancton en el S por presencia de nutrientes (P, N) de la descarga de aguas residuales; la salinidad esta determinada en gran medida por la presencia de lluvias y sus aportes por escorrentía, limitadas a pocos meses, y la alta evaporación en época de sequía que provoca hipersalinidad localizada por periodos amplios; el pH de tipo básico registra la gran actividad metabólica del plancton y al mismo tiempo limita disponibilidad de ortofosfatos y el crecimiento de algas; el DBO también evidencia mayor demanda desde el N hacia el S por lo cual el O<sub>2</sub> es menor en el sur; la transparencia generalmente es menor al 46% de la columna y su variación esta asociada a la escorrentía pluvial de la cuenca con abundantes sedimentos y la entrada de agua marina de alta transparencia.

La disminución del caudal de entrada de aguas dulces que representan las descargas de aguas negras previstas durante la la operación ESC, frenaría el ingreso de nutrientes, disminuiría la DBO, y el papel diluyente de las descargas en la salinidad, efectos éstos que se espera se atenúen con el funcionamiento de la Bocana.

Mapa 14. Principales paisajes y biotopos del área de influencia del ESC

Sobre imagen Landsat de 05.04.98, procesada para este estudio por cortesía del Dr. Itaki Isla (Instituto de Oceanografía, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina). Cartografía de Hazen & Sawyer, 1998.

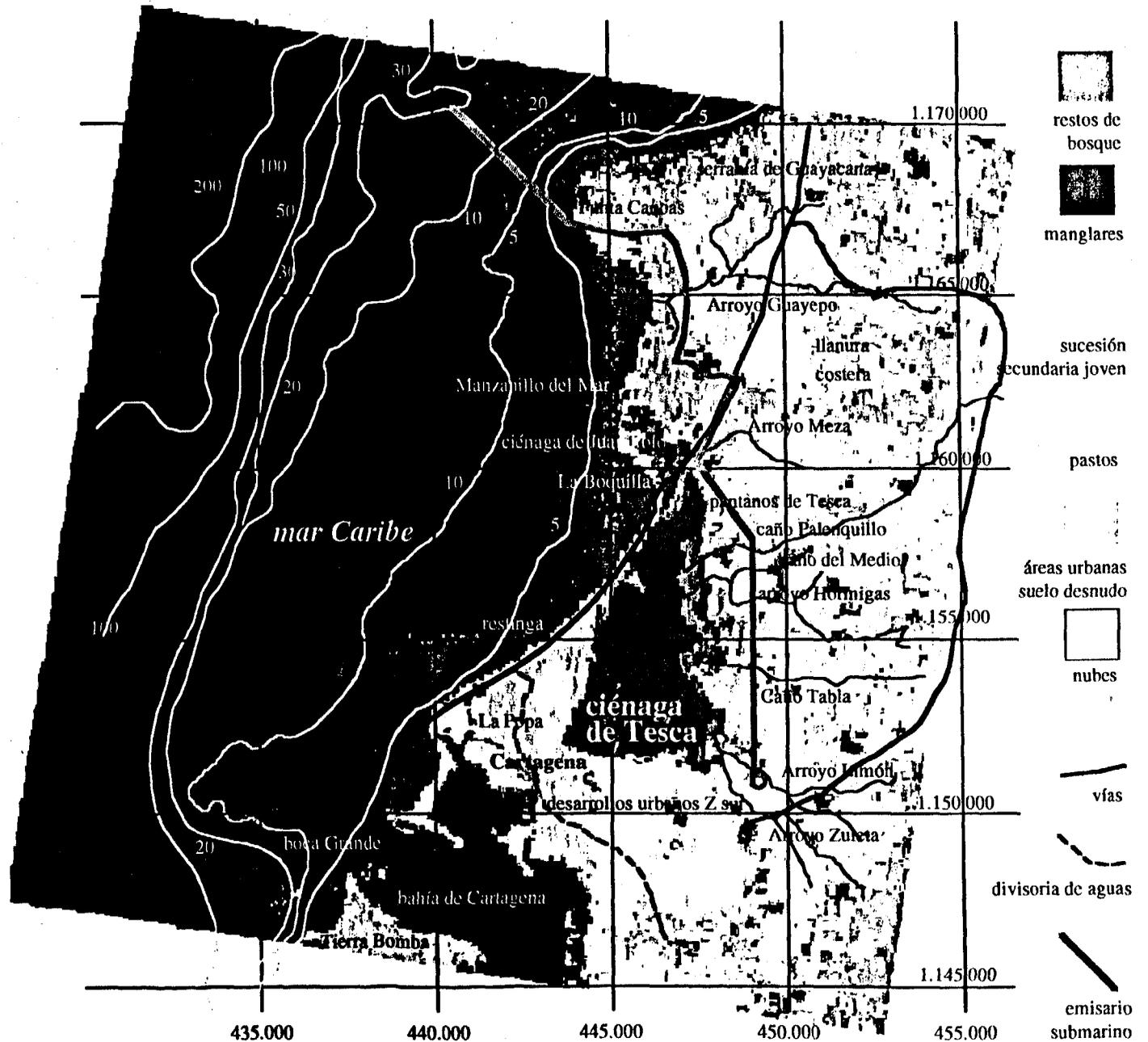


Tabla 22. Valores mínimos y máximos de los parámetros físico-químicos de las aguas de la ciénaga de Tesca.

parámetro	año 1987	año 1994			período 1996-1997		
	intermedia <sup>1</sup>	rango general <sup>2</sup>	época seca <sup>2</sup>	época lluviosa <sup>2</sup>	rango general <sup>3</sup>	época seca <sup>3</sup>	época lluviosa <sup>3</sup>
temperatura ambiente (°C)	25,5 - 34,0	-	-	-	-	-	-
temperatura del agua (°C)	27,5 - 36,0	24,0 - 35,0	-	-	-	-	-
oxígeno disuelto (mg/l)	0,0 - 6,94	0 - 12,3	1,8 - 12,3	0 - 6,3	2,7 - 8,8	2,7 - 8,8	3,3 - 5,2
salinidad (‰)	23,8 - 28,7	25,1 - 38,8	30,7 - 38,8	25,1 - 25,6	-	-	-
pH	6,9 - 9,6	8,2 - 8,5	8,2 - 8,3	8,2 - 8,5	8,5 - 9,6	8,5 - 8,8	8,8 - 9,6
DBO (mg/l)	6 - 75,0	1,2 - 55,3	7,4 - 55,3	1,2 - 17,8	-	-	-
sólidos totales (mg/l)	36.880 - 77.244	-	-	-	-	-	-
transparencia (cm)	30 - 46	10 - 50	10 - 50	10 - 30	-	-	-
NH4 (mg/l)	1,40 - 6,10	-	-	-	0,05 - 1,17	0,05 - 0,59	0,33 - 1,17
NO3 (mg/l)	1,10 - 4,80	-	-	-	0,20 - 0,83	0,20 - 0,83	0,53 - 0,71
Coli. totales (NMP/100ml)	0 - 24000	-	-	-	2315 - >2'400000	12046 - 1'850037	2315 - >2'400000
Coli. fecales (NMP/100ml)	0 - 24000	-	-	-	196 - 1'550020	196 - 1'550020	366 - 10900

<sup>1</sup> junio-julio, adaptado de Centro de Investigaciones Ambientales (1987) <sup>2</sup> Adaptado de Inderena, 1994, citado por Haskoning - Carinsa (1996a)

<sup>3</sup> Adaptado de CIOH-Cardique (1998)

La falta de este aporte se reflejará en la disminución de la profundidad, lo cual facilitará el calentamiento de las aguas favoreciendo la disminución del O<sub>2</sub> disuelto. (ver tabla 22)

También se espera que el agua marina entrando por la Bocana atenúe éstos cambios. Aunque no existen datos precisos sobre las variaciones cuantitativas del fitoplancton, según Haskoning-Carinsa

Tabla 23. Variaciones en DBO de 1983 a 1994 en la ciénaga La Virgen

estación	1983		1994	
	mín (mg/l)	máx (mg/l)	mín (mg/l)	máx (mg/l)
1 (Norte)	5.4	19.5	3.6	18.5
2	5.6	16.1	6.2	24.8
3	1.6	2.6	9.3	31.6
4	-	-	10.8	37.8
5	7.1	32.0	15.9	53.7
6	9.7	26.7	17.8	55.3
7	-	-	-	-
8 (Sur)	1.8	3.2	1.2	12.8

Tomado de Haskoning - Carinsa (1996 a)

(1996 a), no existe florecimiento algal porque la competencia por O<sub>2</sub>, entre estado eutrófico (algas) y estado polisaprobio (DBO<sub>5</sub>) no lo favorece. No obstante, el fitoplancton, de acuerdo con mediciones actuales, logra la sobresaturación de O<sub>2</sub> durante horas del medio día (mediciones de Fundación Neotrópicos) pero a nivel superficial, primeros 40 cm, en la parte N de la ciénaga, para la parte sur Inderena (1994, citado por Haskoning - Carinsa (1996 a)) registro bajos valores incluso anoxia total. El pH es el parámetro de menor variación durante el año y refleja también la mayor actividad fotosintética superficial.

En la tabla 23 se observan los cambios en el DBO, cuya tendencia fue el aumento puntual entre 2 y 12 veces las concentraciones, con una dirección espacial del N al S de la ciénaga, reflejando el incremento en las descargas del alcantarillado durante 11 años. En forma similar el pH ha venido aumentando con el tiempo, tal como fuera verificado por el Centro de Investigaciones Ambientales (1987) al

comparar sus datos con registros entre 1983 y 1984.

Los registros realizados por Fundación Neotrópicos para esta evaluación (tabla 24), muestran la sobresaturación de O<sub>2</sub> disuelto en los primeros 40 a 50 cm de la columna, la reducción y anoxia en el fondo, aspectos que se incrementan de N a S de la ciénaga. Siempre se mantuvo una diferencia entre la salinidad, tomada

Tabla 24. Valores mínimos y máximos de algunos parámetros físico-químicos de las aguas de la ciénaga La Virgen.

parámetro	época lluviosa <sup>1</sup>			
	superficial (primeros 20 cm)		fondo (10 cm antes)	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
temperatura ambiente (°C)	25.3	35.2	-	-
temperatura del agua (°C)	26.3	36.1	26.8	35.3
oxígeno disuelto (mg/l)	3.4	21.7	0.02	19.8
salinidad (conductividad µS/cm))	4.7	89.8	5.2	111.4
pH	7.35	9.56	6.83	9.19
Eh (mV)	-12	-138	28	-116
transparencia (Disco Secchi cm)	10	140	-	-
transparencia (% de la columna)	5.9	100	-	-
profundidad (cm)	65	170	-	-

<sup>1</sup> octubre y noviembre, Fundación Neotrópicos (1998)

como conductividad, entre el superficie y fondo (por lo menos en la mitad N de la ciénaga), mostrando las aguas dinámica influenciada con las entradas de agua marina o salida al mar de aguas salobres de la ciénaga, impulsadas por los aportes de la escorrentía pluvial (por verificar con datos climatológicos de la cuenca), se comprobó como aguas muy poco salobres alcanzaron la boca y el mar adyacente. El pH en gran número de las mediciones fue poco variable y de tipo básico, notándose un leve incremento de N a S.

Asociados a los factores hidroclimáticos y altamente alterantes de las condiciones variables de la ciénaga, están los aportes derivados de las diversas actividades antrópicas, que se traducen en contaminación y reducción física del espacio cenagoso. Una vez que se reducen los recursos del sistema ciénaga y que las necesidades de las comunidades humanas cambian, las acciones se centran en la ocupación espacial del sistema y de sus componentes hasta suprimir las posibilidades de autosostenimiento, tal como se presentó en el sector SE de la ciénaga.

La tabla 25 resume las acciones más significativas de alteración antrópica.

Debido a lo densamente poblado del área SE y las descargas en ella de los caños y alcantarillas, la parte S de la ciénaga es la más contaminada; su parte media igualmente en proceso de eutrofización también recibe la incidencia favorable de la parte N, que por su contacto con el mar está menos afectada.

No obstante de que proyectos en el área como el de La Bocana (Haskoning-Carinsa, 1996 b), descartan la contaminación con metales pesados cuyos niveles son cercanos a los tenores naturales, se señala como preocupante la contaminación microorgánica por presencia de residuos de pesticidas en el fondo. Sobre este último aspecto, se registró la presencia en sedimentos y agua de DDT, DDD y metoxiclor, así como en peces (*Mugil incilis*) DDT por encima de los niveles máximos según FAO/OMS (Castro, 1997).

Ya en 1987 el Centro de Investigaciones Ambientales (1987), había registrado la presencia de pesticidas en cinco especies icticas (*Mugil curema*, *Arius spixii*, *Gerres cinereus*, *Euguerres plumieri* y *Centropomus ensiferus*), no obstante que las concentraciones eran y son consideradas bajas, su inclusión dentro de la cadena trófica y su biomagnificación los hace peligrosos para el hombre.

También Castro (1997), registro la presencia de PCBs, productos aceitosos muy estables utilizados como refrigerantes e intercambiador térmico en transformadores eléctricos, en fluidos hidráulicos, inmunizadores para papel y la madera y en otras numerosas aplicaciones menores (Gerlach, 1976, citado por Campos

Tabla 25. Acciones antrópicas actuales sobre la ciénaga La Virgen

área incidentales	acciones antrópicas	impactos sobre la ciénaga y biotopos	consecuencias
otros barrios de Cartagena	• producción de aguas residuales	• aporte del 60 % del total aguas residuales	• la ciénaga está muy contaminada, especialmente la parte sur
urbanas del SE	• producción de aguas residuales • urbanización • en general no extracción de recursos	• aportes de sedimentos aloctonos • aportes de cargas de nutrientes • invasión del espejo de agua • aportes de basuras	• la ciénaga se encuentra en estado de eutrofización (exceso de nutrientes) • anoxias producen mortandad de peces
periurbanas al W	• producción de aguas residuales • urbanización • extracción de recursos • turismo	• reducción de la cobertura de manglares • mayor presión sobre especies relictuales • por escorrentía aporta residuos de pesticidas • reducción de escorrentía natural ante la construcción de presas y desvios de arroyos	• poca fauna asociada a manglares • poca y lenta regeneración de manglares • pérdida del valor paisajístico • recursos no posibles de uso
rurales del N	• producción agrícola y ganadera • urbanización • posible uso limitado de recursos y espacio	• reducción y eliminación de bocas de contacto con el mar	• menor espejo de agua • predominio de especies no utilizables

(1998). Este mismo autor detectó la presencia de organoclorados (i.e., Heptacloro) en los suelos de áreas de cultivo, estableciendo que hay aportes desde la cuenca durante todo el año, pero especialmente durante la época lluviosa. Comparando con registros de 1992, determinó un incremento en las concentraciones.

Otros aspecto que limita el uso actual de la ciénaga es la polución microbiológica, tal como se observa en la tabla 2. Los incrementos en las descargas de aguas residuales han disparado cantidades de bacterias patógenas, favorecidas ante el relativo aislamiento de la influencia marina, concentrándose hacia el sector S de la ciénaga. Aun cuando la pesca no se realice en dicha zona, es muy probable que especies detritívoras (i.e., mugilidos, cangrejos) frecuenten la misma y acumulen patógenos. Aunque comunidades del S no utilicen los recursos, comunidades del N (v.gr. La Boquilla) si lo hacen aún (i.e., pesca y turismo).

Sumadas a los aportes de aguas residuales y de escorrentía pluvial están las basuras, de las cuales las flotantes y no degradables están alterando el uso paisajístico de la ciénaga. Estos aportes mayores también en la parte S de la ciénaga, afectan así mismo la parte N donde el uso turístico de los manglares es escaso.

Las condiciones variables propias de un sistema costero como la ciénaga de Tesca se han alterado, reduciéndose o ampliándose la disponibilidad de elementos, favoreciendo o no a los distintos organismos asociados al cuerpo de agua. Al no disponerse de datos comparables a lo largo de una secuencia temporal prolongada no se puede tener una definición de la estructura de la comunidad no perturbada, siendo necesario un monitoreo para tener una aproximación más ajustada (Campos, 1998). En todo caso sería necesario eliminar las aguas residuales, controlar el uso de pesticidas, restablecer interconexiones y drenajes y controlar las invasiones y aportes de basuras.

#### Bocana natural actual.

Es residual de varias que existían sobre la barra y es llamada La Boquilla, permitió la formación de un delta invertido (acumulación de arenas) de ca. 150 ha, por donde discurren los caños Luisa y Boquilla con la reducida marisma de Marlinda. Más que un biotopo *per se* es el enlace entre el mar litoral y la ciénaga, fundamental para la dinámica limnológica de Tesca ya que permite intercambios de agua dulce y salada, el ingreso de peces marinos, adultos y juveniles a alimentarse en la ciénaga y la salida de juveniles, por esta razón se ubicaron en sus márgenes asentamientos de pescadores, pese a ser una conexión intermitente, siempre hay pescadores (sus morfometría y la dinámica de apertura y cierre, dependientes de la intensidad de la temporada de lluvias, fueron descritas en el diagnóstico físico). Por su inestabilidad natural, la bocana nunca alcanza situación climática (superclimax) y no permite el asentamiento de flora o fauna, ecológica-

mente es un superdisclimax. Su status se considera alterado, porque ha sido objeto de aperturas artificiales y porque orillas de caños aledaños y áreas emergidas con mangles en el delta han sido habilitadas para vivienda y estanques criaderos de sábalo, también porque actualmente solo hay una de 3 anteriores.

#### Restinga de La Boquilla.

Limita por el O a la ciénaga, sobre su costado marino esta expuesta a un régimen de marea muy regular y de poca amplitud, la playa es extensa especialmente hacia el N; sobre el costado interior en el borde del espejo de agua existe una estrecha franja de mangles, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, en áreas menos pantanosas están *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta* y vegetación halofítica de marismas (*Sesuvium portulacastrum*, *Batis maritima*). Aún sirve como habitat a aves (*Casmerodius albus*, *Hidranassa tricolor*) y cangrejos (*Callinectes sapidus*, *Cardisoma guanhumí*).

El status de la restinga de la Boquilla se considera deteriorado, debido a los cambios ocasionados por la construcción y operación del Anillo Vial (carretera al Mar), la ubicación allí de hoteles y la expansión del pueblo La Boquilla, lo cual se evidencia en la ocupación del espacio (playas, espejo de agua y manglar de la ciénaga) en condiciones precarias de vías y servicios básicos.

#### Manglares.

Los manglares constituyen el biotopo más importante de la ciénaga de Tesca. A pesar de ser objeto de discusiones relacionadas a proyectos en el área (i.e., anillo vial, ampliación del aeropuerto, bocana...) y durante las mortandades de

peces, tal como lo cita el Centro de Investigaciones Ambientales (1987), son casi inexistentes estudios cuyos datos de campo permitan inferir su evolución o degradación.

Los manglares se distribuyen en forma de bancos con numerosos canales de flujo y reflujos, en su mayor extensión ubicada sobre la margen E de la ciénaga (164 ha) correspondiendo al tipo bosque de cuenca sobre áreas de relieve plano y lenta renovación de aguas (Cintron & Schaeffer-Novelli, 1993; CIOH, 1998).

Se ubican, entonces, sobre las márgenes de los sectores N, E y O de la ciénaga, sobre el SE estando casi totalmente desaparecidos, quedando pequeñas franjas muy delgadas debido principalmente a la presión de urbanización. Es en la margen O, donde se presenta una franja precedida de *Rhizophora mangle* con altura hasta 8 m, a la cual continúan árboles y arbustos de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* de 2 a 6 m de altura.

Este biotopo presenta mejores condiciones en el sector N (Juan Polo), con *Rhizophora mangle* (en el borde del espejo de agua y con altura hasta 6 m), *Avicennia germinans* más abundante (hacia playas alejadas del agua, altura hasta 6 m) en asociación con plantas de marismas (*Sesuvium portulacastrum*, *Batis maritima*) y *Laguncularia racemosa* en pequeños parches (asociada tanto a *R. mangle* como a *A. germinans*). En su parte E la cobertura de mangle es menor, con *L. racemosa* y *Conocarpus erecta* (Cervajal & Cabezas, 1989, citados por Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997; Pinto y Naranjo, 1994, citados por CIOH, 1998).

La mejor condición observada en el N es atribuida a su mayor contacto con el mar y agua dulce de arroyos del N. Sobre el extremo N de La Boquilla se registra *Conocarpus erecta* (poco desarrollado), seguida de *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*. Como especies asociadas Sanchez-Páez & Alvarez-León (1997) citan *Hippomane mancinella* (manzano de playa), *Lemaireocereus griseus* (cardón), *Thespesia populnea* (clemón), *Batis maritima* (verdolaga), *Sesuvium portulacastrum* (otra verdolaga) y *Cyperus* spp (hierba).

Los muestreos realizados en 1996 por Cardique (1977), en cuatro sitios de los sectores E y O de la ciénaga de Tesca y O y N de la ciénaga Juan Polo, muestran que en estas localizaciones domina *Avicennia germinans* y no se presenta regeneración natural (propágulos o plántulas).

En el sector E de la ciénaga de Tesca se registran tres especies de mangle, *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*; en el sector O sólo *A. germinans*; tanto en el O como en el N de Juan Polo sólo se registran *A. germinans* y *R. mangle*. En cuanto a la estructura, el manglar del sector E de la ciénaga de Tesca, es el de mayor área basal, de 1,1 m<sup>2</sup>/0,1 ha, con un diámetro promedio de 9,4 cm y una altura promedio de 3,8 m; los valores más bajos correspondieron al sector N de Juan Polo donde el área basal es de 0,45 m<sup>2</sup>/0,1 ha, con diámetros promedios de 6,2 cm. Sin embargo la menor altura promedio se registra en los rodales del O de la ciénaga de Tesca, con 2,9 m. Aunque fragmentarios, estos resultados ponen de manifiesto la importancia que reviste el sector E de la ciénaga de Tesca y sustentan la idea de proponer que sea una zona de preservación y que el sector O y la

ciénaga Juan Polo se consideren como zona de recuperación.

Las dos especies *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* que cubren cerca del 85 % del área de manglar, seguidos en orden decreciente por *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*. Aunque se ha considerado que la explotación del manglar ha sido de tipo artesanal, su regeneración natural no es suficiente para mantenerse, por lo cual progresivamente se presenta reducción de densidad y cobertura (M.O.P.T. & Carinsa, 1994). Precisamente debido a la lenta regeneración es que programas de reforestación a mediano plazo, se deben enmarcar entre los 20 y 30 años, que es el ciclo de reproducción y crecimiento de las especies de mangle existentes en Colombia (Amezquita, 1989).

Según Pinto-Nolla & Naranjo-González (1994), el manglar tiene gran capacidad regenerativa natural, aunque limitada a sectores donde la salinidad no es muy alta (<15 ‰), las plántulas no lograrían desarrollarse debido a la competencia por la luz con otras plantas (i.e., helecho *Acrostichum aureum*); la regeneración se alcanza entre los 15 y 20 años según el tipo de bosque y las condiciones del sitio.

Con base en imágenes Landsat se ha podido determinar que la cobertura superficial de manglares de la ciénaga era de 816,3 ha (8,2 km<sup>2</sup>), durante el período 1995-1996. Dicha superficie representan el 14,3 % de la superficie ocupada por manglares en el departamento de Bolívar (Zambrano-Escamilla & Rubiano, 1997, citados por Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997). La ciénaga de Tesca, muestra una disminución de cobertura de aproximadamente 50 % en

20 años (1974-1994) (Pinto-Nolla & Naranjo-González, 1994). Según Cardique (1977), los rodales de la ciénaga de Tesca y Juan Polo son los más expuestos a la acción antrópica, soportando el 22,6 % de la tala selectiva y con una mortalidad registrada de 45,4 % del total para el departamento. Se preve que la degradación de este biotopo continuará y se incrementará debido a la tala rasa y a los cambios del uso del uso del suelo, con fines especialmente constructivos.

Desde finales del siglo pasado se han utilizado la ciénaga y su ecosistema de manglar por parte de los Boquilleros, inicialmente pescadores tanto de mar como de ciénaga, pero cuya ocupación ha sido complementada por otras actividades, además de la pesca, tales como, la celduría, la albañilería, las ventas a turistas, como otras asociadas a la ciénaga, el "calzado de lotes" (tala de mangle y relleno con basuras o escombros) para construir o vender para turismo ("negocio de las nuevas generaciones") y la construcción de estanques para la cría de sábalo (Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997).

En el año 1987, el Centro de Investigaciones Ambientales (1987) observó la ausencia de manglar en el sector S de la ciénaga de Tesca, su destrucción parcial en el SO, donde registraron claros y un aceptable estado sin tala apreciable del bosque al E.

Recientemente Cardique (1997) describe los usos del manglar por parte de las comunidades que se encuentran alrededor de la ciénaga de Tesca y Juan Polo: en Marlinda para cercas de los patios, en Tierra Baja para formar estanques para cría de sábalos que requieren tala com-

pleta, en Puerto Rey para carbón y leña, en Zapatero para cercas de patios, en la Zona Suroriental y el Pozón, a pesar de estar fuertemente agotado, se tala para invadir con viviendas, otros usos referidos son: cercado de patios y leña.

Actualmente existen recursos alternativos que reemplazan la explotación de mangle, por ejemplo, el uso de gas propano como combustible, y el de ladrillos y arena para construcción de viviendas. No obstante, el ingreso de pobladores, generalmente de bajos recursos, marginales determinan que el uso de los manglares como fuente de recursos se realice sin criterio de sostenibilidad, continuando su degradación.

Entre las alteraciones a las que se está sometiendo a los manglares de la ciénaga de Tesca, se destaca el represamiento y el desvío de los arroyos de la cuenca. Según Cintron & Shaeffer-Novelli (1983), el cambio en los flujos no solo altera los aportes de nutrientes sino que pueden provocar hipersalinidad y privar de sedimentos, pues la compactación del sustrato no permitiría su expansión. El resultado es la conformación de bosques menos vigorosos y desarrollados (Cintron & Shaeffer-Novelli, 1983, citado por Amezcua, 1989; Botero y Mancera, 1996 citados por Cardique, 1997). La construcción de estanques para cría de peces, también implica bloqueo de nutrientes y aportes marinos; en casos extremos el aumento en el nivel del agua taparía los neumatóforos provocando la muerte de rodales, como en forma semejante aportes súbitos de sedimentos tendrían el mismo efecto.

Si bien cambios en los aportes de aguas dulces conllevan variación de la salini-

dad, varios autores citan la buena tolerancia de los manglares, incluso Walsh, (1974 en Woodruffe, 1983, citado por Pinto-Nolla & Naranjo-González, 1994) plantea que no requieren necesariamente aguas salinas para su sobrevivencia y pueden desarrollarse en aguas dulces. Sin embargo, la salinidad contribuiría a disminuir la intensidad en la competencia interespecífica con plantas glicófitas. En la ciénaga se han registrado salinidades de hasta 40.8 ‰ en playones, pero por la tolerancia a estos tenores o aún más altos, no se presenta riesgo para su preservación aunque en medida apreciable afectará a las tasas de crecimiento individual de las plantas (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987). En áreas taladas y sumergidas, la temperatura (>50 °C) potencia el efecto letal de la salinidad, que durante el verano es superior a la marina, inhibiendo la repoblación natural (Damarena, 1995).

Ya que la hipersalinización es un tensor (Lugo et al., 1980; Cintron & Shaeffer-Novelli, 1983, citados por Cardique, 1997), será oportuno evaluar las variaciones que se espera se produzcan en la salinidad, a la luz de las alteraciones previstas: (1) el agua salada ingresante por la bocana contrarrestará la influencia actual de las aguas negras dulces actuales, (2) las aguas negras dulces concentradas durante la fase interina neutralizarán la influencia del agua salada que ingrese por la bocana y (3) dejan de entrar aguas negras dulces y las aguas saladas entran por la bocana no serán contrarrestadas. Es necesario tener presente que cambios extremadamente rápidos pueden causar mortalidades en masa seguida de una invasión de especies mejor adaptadas a las nuevas condiciones (Lugo & Senda-

ker, 1974). Se espera entonces que la ciénaga se aproveche como gran laboratorio para desarrollar la serie de tiempo necesaria para aproximarse a la definición de las condiciones ecológicas fisiológicamente óptimas para los manglares.

El mangle dominante ("mangle salado", *Avicennia germinans*), soporta amplias oscilaciones de salinidad, resistiendo valores cercanos a 50 ppm y, por períodos cortos (horas, días), valores extremos de hasta 80 ppm. El "stress" se refleja en floraciones prematuras, arbustos de talla reducida, crecimiento deficiente del tallo, ramificación más temprana y presencia de hongos en hojas y corteza.

Revisando otras variables ambientales, Schetter (1986, citado por Pinto-Nolla & Naranjo-González, 1994), no observó mayores diferencias entre biomásas a valores de pH entre 5.7 y 8. Sin embargo, la mayor cantidad de materia seca, los tallos más vigorosos y el mayor grado de ramificación correspondieron a condiciones de pH ligeramente básico. Para *A. germinans*, por ejemplo, el pH favorable es cercano al neutro 7, pero puede variar entre 5.8 y 8.5; para las plántulas se observó un desarrollo óptimo con un pH de 8.

Con referencia a los aportes de aguas negras y sus efectos sobre el manglar, según Cintron & Shaeffer-Novelli (1983), el manglar como sistema abierto puede utilizar los aportes de nutrientes para su crecimiento, siendo de destacar la importancia de la distancia entre el punto de descarga y los rodales, al haberse observado que árboles próximos exhiben mayores tasas de mortalidad, mientras que los más lejanos se vieron favorecidos. Sell (1977, citado por Cintron &

Shaeffer-Novelli, 1983), registró aumentos de biomasa en bosques de *Laguncularia* sp, receptores de aguas residuales.

Las descargas deben asegurar una máxima dispersión y evitar que los niveles cubran los neumatóforos. Son precisamente los bosques de cuenca, como el ubicado en el sector E de la ciénaga de Tesca, muy sensitivos a cambios de nivel y de aportes de nutrientes, por lo que los desvíos y represamientos de arroyos son en alto grado perjudiciales.

Debido a las condiciones cambiantes en que se desarrollan los manglares, es difícil caracterizar su estado sucesional. Si se espera que en un estado avanzado de la sucesión, sean reemplazados por vegetación no halofítica (clímax). Según Davis (1940, citado por Pinto-Nolla & Naranjo-González, 1994), el manglar sería una etapa intermedia sucesional. Desde otra perspectiva, los manglares exhiben rasgos comunes con las etapas maduras de la sucesión (v.gr., la complejidad de sus cadenas tróficas y la preponderancia en ellas de los detritos), por lo cual es posible que sean una comunidad clímax o al menos subclímax estable en condiciones abióticas cambiantes (Lugo, 1980, citado por Pinto-Nolla & Naranjo-González, 1994).

El discernir entre estos planteamientos se complica cuando, tal como lo indica Cintron & Shaeffer-Novelli (1983), es frecuente que el crecimiento óptimo ocurra en condiciones de menor stress a las que se observan en donde se desarrolla el individuo, es decir, se está reflejando la tolerancia de la especie y no parte de una adaptación para optimizar el crecimiento a niveles altos de stress, ello quiere decir que las condiciones que son óptimas fisiológicamente no necesariamente son

las condiciones registradas donde los rodales se desarrollan mejor (óptimo ecológico).

Pese a que los maglares de Tesca presentan una estructura y dinámica casi natural, existe una reducción del área de cobertura, por tala y relleno con basuras o escombros ("calzado de lotes") y la construcción de estanques para la cría de sábalo; así mismo la ciénaga se está colmatando por el aporte de sedimentos perdiendo volumen; la fauna vertebrada esta muy mermada por falta de hábitats que garanticen refugio y alimento, la avanzada eutrofización ha reducido la fauna invertebrada asociada a las raíces, por lo anterior el status de los manglares de Tesca se considera intermedio entre intervenido y alterado.

#### Fauna asociada y otros organismos

La biota asociada a la comunidad del manglar es un buen indicador del grado de deterioro de los rodales. Desafortunadamente, son escasos los estudios que en La Ciénaga tratan sobre este particular. Teniendo en cuenta la diversidad de la fauna asociada a las raíces del mangle como indicador de su estado y considerando otros sistemas de manglar, las observaciones de campo realizadas por la Fundación Neotrópicos en octubre y noviembre de 1998, indicarían que en la Ciénaga el grado de deterioro es relativamente importante.

En la Ciénaga Grande de Santa Marta, por ejemplo, se registró un total de 27 especies de invertebrados, incluyendo celenterados, anélidos, moluscos y crustáceos (Wedler et al., 1978, citado por Roldán, 1992), Palacio (1983, citado por Centro de Investigaciones Ambientales,

1987) registró 92 especies también de varios taxones. En la zona estuarina Marrío en el Golfo de Urabá se han registrado 36 especies de fauna asociada al sistema manglar, incluyendo invertebrados y vertebrados (Roldán, 1992). En un breve experimento realizado en una laguna costera de la Bahía de Chengue (Magdalena), se registró la presencia de 53 especies faunísticas, en su mayoría asociadas a raíces de manglar (Reyes & Campos, 1992). Para la ciénaga de Tesca, Del Valle (1984), registró la presencia 22 taxa, incluyendo anfipodos, anemonas, ostracodos, poliquetos y micromoluscos, y observó un incremento de la riqueza de especies de S a N. Este autor destacaba como la pobreza faunística observada contrastaba con la variedad y abundancia de conchas vacías de moluscos.

El Centro de Investigaciones Ambientales (1987), también en la ciénaga de Tesca, registró un total de 20 especies de invertebrados, incluyendo anélidos, moluscos y crustáceos. También observaron una mayor riqueza de especies en los sectores Central y N de la ciénaga. Según este autor, los moluscos y crustáceos fueron los más representativos, aunque los primeros exhibieran una inusual baja densidad poblacional y una diversidad menor con respecto a los moluscos, debido principalmente a la mayor representatividad de las especies de gasterópodos. Un hecho destacable ha sido la casi total extinción local de *Crassostrea rhizophorae* (ostra), la escasa abundancia de *Melongena melongena* (caracol), la ausencia de *Anomalina brasiliensis* y *Donax* sp (ostreras), todas ellas consideradas como recursos de importancia comercial. Asimismo, la escasa abundancia de crustáceos es una indicación de las con-

diciones poco favorables de la ciénaga. De los camarones comerciales, solo se registró un juvenil del género *Penaeus* en el sector de Tierra Baja. Según García (1990), los camarones están representados en la ciénaga por pequeños individuos de la especie *Penaeus schmitti*.

Peralta (1982, citado por García, 1990), registró siete familias y un total de 13 especies, incluida la jaiba (*Callinectes sapidus*), recurso alimenticio aún hoy explotado y el cangrejo soldado semiterrestre (*Cardisoma guanhumi*).

En cuanto al fitoplancton, Tobón (1983, citado por García, 1990) registró 50 especies de diatomeas, de las que sobresalen las pennales (31) y las centrales (6); entre los restantes taxa fitoplanctónicos, se destacan los dinoflagelados (13). Las diatomeas, pese a ser dominantes en este humedal, son relativamente poco abundantes si se las compara con la abundancia registrada en sistemas similares y en el litoral adyacente. Esta declinación numérica ha sido probablemente causada por perturbaciones antropogénicas (Tobón, 1983, citado por Hazen & Sawyer, 1998).

Con referencia al zooplancton, Giraldo & Herrera (1982, citados por García, 1990) detectaron que los copépodos calanoides eran los más abundantes, siendo la especie dominante, *Centropages violaceus*, en tanto que los ciclopoideos eran significativamente menos abundantes. De los restantes taxa se destaca la dominancia de *Obelia* sp (Hidromedusae) en el meroplancton, en tanto que *Chrysaora quinquecirrha* (Schyphomedusae) prevalece en aguas contaminadas (Moncaleano & Niño, 1976, citados por García, 1990). Entre los componentes de la meiofauna

sobresale por su gran abundancia, el heteróptero *Tricocorixa verticalis*, cuya mortalidad masiva se manifiesta periódicamente y se expresa por la presencia de millares de individuos que forman una capa superficial muy extendida.

La mayor diversidad faunística del manglar, se observa en el sector N de la ciénaga, donde el aporte de aguas marinas mejora la calidad ambiental de sus aguas. En coincidencia con esta tendencia, la diversidad de la Bahía de Cartagena recupera sus mayor expresión durante las épocas de mayor salinidad (Pérez et al. 1977). Lo expuesto es elocuente de la importancia de la salinidad en la distribución y abundancia de especies en el sistema manglar.

**Ictiofauna de la ciénaga de Tesca:** Sobre los peces de la ciénaga, los estudios que se han realizado sobre diversos tópicos presentan algunas anotaciones generales, destacando siempre la disminución del recurso, son trabajos puntuales, los que

no obstante destacar la tendencia temporal de disminución de las poblaciones icticas, no presentan, en su mayoría, información exhaustiva, ni metodológicamente rigurosa, que permita cuantificar las variaciones estacionales de esta taxocenosis. Una limitación importante para evaluar el estado de las poblaciones de peces es la imposibilidad de hacer estudios comparativos, dadas las diferentes metodologías utilizadas en los trabajos, especialmente en lo que concierne a los procedimientos de muestreo (i.e., captura, observación, encuesta, periodicidad, época del año). En consecuencia, es problemática la predicción de su evolución en el tiempo con un grado satisfactorio de precisión, esto último especialmente por la falta de muestreos diacrónicos comparables. Según la tabla 26, tomada de Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental (1998), el número de especies registradas en la ciénaga entre 1968 y 1998 asciende a 51.

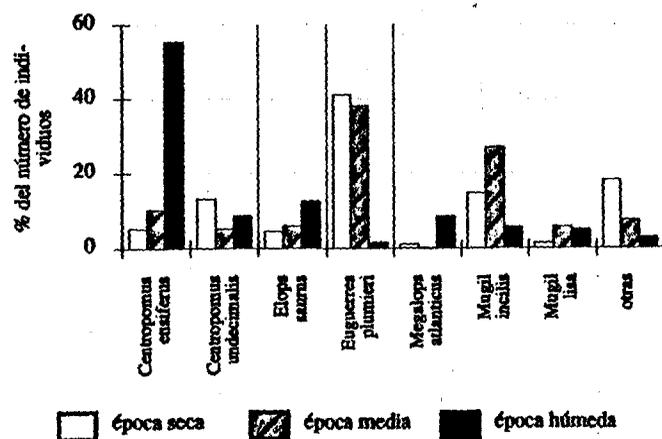


Fig. 9a. Abundancia relativa de las especies icticas, ciénaga de Tesca (1983 a 7 1984). Datos de Abella y Molina, 1985

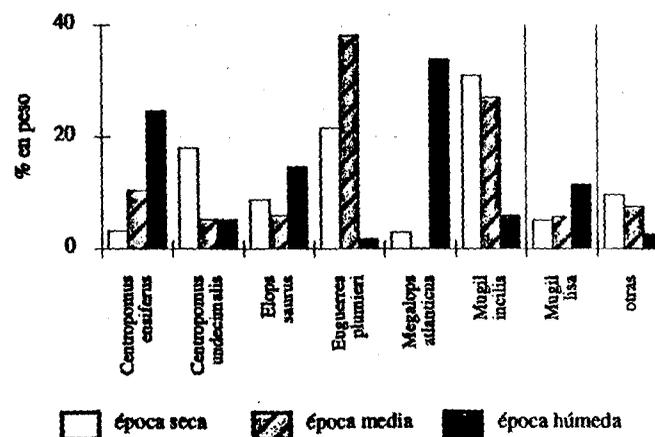


Fig. 9b. Ictiomasa relativa (% peso total de la captura), ciénaga de Tesca (8.1983 a 7.1984). Datos de Abella y Molina, 1985

Tabla 26. Abundancia de especies icticas registradas por algunos estudios sobre la ciénaga de Tesca

fuentes <sup>1</sup>	Nº de spp
Mercado (1968, por Hawkins, 1973)	30
Mercado (1975)	18
Rodriguez (1982)	27
Franco & García (1982)	11
Riaño & Salazar (1982)	32
Abella & Molina (1985)	23
MOPT (1986)	17
C.I. A. U de A (1987)	10
Ins. Hidráulica U. Cartagena (1998)	21
total para la ciénaga	51

<sup>1</sup> Tomado de Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental (1998)

Del total de especies identificadas, se distinguen como las más comunes *Centropomus ensiferus*, *Centropomus undecimalis*, *Elops saurus*, *Euguerres plumieri*, *Megalops atlanticus*, *Mugil incilis*, *Mugil lisa* (Tabla 27).

En las figuras 9a y 9b se presenta la distribución por época hidrométrica de las especies de peces más importantes en la

Tabla 27. Algunas especies icticas de la ciénaga de Tesca (Mercado, 1968, citado por Hawkins, 1973; Centro de Investigaciones Ambientales 1987)

nº	nombre común	nombre científico
1	lenguado	<i>Achirus sp</i>
2	barbudo	<i>Ariopsis bonillai</i>
3	chivo mapalé	<i>Arius spixii</i>
4	agujeta	Belonidae
5	jurel	<i>Caranx sp</i>
6	róbalo congo	<i>Centropomus ensiferus</i>
7	róbalo	<i>Centropomus undecimalis</i>
8	isabelita	<i>Chaetodipterus faber</i>
9	sardina bocona	Clupeidae
10	rabilarga	Clupeidae
11	sardina	Clupeidae
12	mojarra blanca	<i>Diapterus rhombeus</i>
13	mojarrahuesuda	<i>Diapterus sp</i>
14	macabí	<i>Elops saurus</i>
15	mero	<i>Epinephelus sp</i>
16	mojarra rayada	<i>Euguerres plumieri</i>
17	mojarra blanca	<i>Gerres cinereus</i>
18	pargo	<i>Lutjanus sp</i>
19	sábalo	<i>Megalops atlanticus</i>
20	pacara o coca	<i>Micropogonles furnieri</i>
21	chango	<i>Mugil curema</i>
22	lisa	<i>Mugil incilis</i>
23	lebranche	<i>Mugil lisa</i>
24	caspin	<i>Oligoplectes saurus</i>
25	sardina rascona	<i>Ophisthionema aglinum</i>
26	mochuelo	<i>Opisthionema aglinum</i>
27	tiloya	<i>Petenia kraussi</i>
28	lambi	<i>Polydactylus virginicus</i>
29	curvineta	Scianidae
30	sierra	<i>Scomberomorus maculatus</i>
31	pez sapo	<i>Sphoeroides sp</i>
32	picua	<i>Sphyaena barracuda</i>
33	pez ratón	<i>Umbrina sp</i>

<sup>1</sup> citado por Hawkins (1973)

ciénaga, registradas por Abella & Molina (1985). Ella refleja las condiciones producto de la conjugación de los diversos factores naturales que determinan cada época (v. gr., precipitaciones, vientos, oleaje, corrientes marinas...), antrópicos (v. gr., descargas de aguas negras, basuras, tala de mangle...), así como la intrínseca tolerancia de cada especie a la salinidad, asociada a la disponibilidad de alimento y de resguardo para larvas y estados juveniles.

Es evidente que la distribución de las especies se asocia a la dinámica hidrometeorológica y a las alteraciones en la cuenca, presentándose migraciones entre ciénaga y mar, tal como se ha registrado en otros sistemas costeros donde las mismas especies se han clasificado en especies cíclicas o temporales (i.e., *Elops saurus*, *Megalops atlanticus*, *Centropomus ensiferus*, *Ariopsis bonillai*, *Gerres cinereus*), y distribuciones espaciales de las residentes o permanentes (i.e., *Mugil incilis*, *Euguerres plumieri*, *Diapterus rhombeus*) (Yañez-Arancibia et al., 1980; Yañez-Arancibia & Lara-Dominguez, 1983; Guillen et al., 1985 y Santos, 1989, citados por Díaz, 1990).

Si se tienen en cuenta las especies más comunes y su preferencia alimentaria, podría relacionarse con la de otras comunidades o taxocenosis (i.e., fitoplancton, zooplancton, moluscos...) y precisarse las causas de la distribución espacio-temporal (tabla 28).

Tal como se ha observado en su fauna asociada, algunos reportes ictiológicos, entre ellos el de M.O.P.T. & Carinsa (1994), reconocen que la mayor abundancia de especies e individuos corresponde al sector N de la ciénaga, donde

las aguas marinas influyen más que las aguas contaminadas que drenan al S, con el consiguiente beneficio para los pescadores de la zona de La Boquilla.

Como es el caso de otros componentes de la biota del sistema ciénaga, no se cuenta con estudios que puedan compararse con el de Abella & Molina (1985), que permitan cuantificar y establecer una relación causa-efecto en la dilución poblacional que sugestivamente puede observarse en los peces de la ciénaga a lo largo del tiempo.

El mayor esfuerzo de pesca que se advierte actualmente se atribuye al agotamiento de este recurso, el que se debe a una combinación de factores, fundamentalmente al cierre de la boca y a la contaminación proveniente de los vertimientos en la zona S.

De la producción pesquera solo se cuenta con el reporte de Abella & Molina (1985) para el período entre agosto, 1983- julio, 1984, que consigna un total de 82.270 kg/año, con predominio de Mugílidos y de la mojarra *Euguerres plumieri*. Desde el año 1987, se viene haciendo referencia a la reducción paulatina tanto en talla

como en peso de la ictiofauna de la ciénaga (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987). Hazen & Sawyer (1998), señalan como áreas actuales de pesca artesanal, la ciénaga Juan Polo, la mitad N de la ciénaga de Tesca y la margen O desde la pista del aeropuerto hacia el N.

A fines del siglo pasado en la zona de La Boquilla y Marlinda, se establecieron agricultores y pescadores que la reconocieron como buen lugar de aprovechamiento pesquero y para establecerse. Dada la existencia de pozos de agua dulce ("casimbas"), los pobladores del área se reconocen como pescadores tanto de mar como de ciénaga (Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997).

Actualmente, éste aprovechamiento es principalmente artesanal (Amezquita, 1989). Además de la captura de peces y camarones, también se presenta la pesca y recolección de crustáceos (jaibas y camarones) y la extracción y recolección de moluscos (ostras y caracoles) (CIOH, 1998 a).

Cardique (1977), describe la pesca por parte de las comunidades de alrededor de la ciénaga: en Marlinda eventualmente

utilizan la ciénaga con la participación de toda la familia); en Tierra Baja, la pesca es intensiva (doble jornada) tanto en la ciénaga como en el mar y disponen de estanques para criar sábalo; en Puerto Rey, la pesca es una alternativa después del cultivo de melón; en Zapatero es de autoconsumo y complementaria de los cultivos. Tanto en la Zona Suroriental como en el Pozón no hay pesca y no se identifican pescadores como grupo ocupacional. En Marlinda, Tierra Baja y Puerto Rey la comercialización depende de la abundancia de lo capturado y en Zapatero el destino es solo de autoconsumo.

Las artes utilizadas en la ciénaga son la atarraya y el trasmallo; los "anzuelos" utilizados para capturar los cangrejos son cordeles con carnada atada en el extremo. En esta última actividad participan en gran número, niños, niñas y jóvenes y es más intensa en los alrededores de La Boquilla. El producto es para autoconsumo y para la venta a restaurantes y a los transeúntes que circulan por el Anillo vial.

El mal estado de la ciénaga es taxativamente reconocido por las comunidades de

Tabla 28. Hábitos alimenticios de algunas especies fcticas de la ciénaga de Tesca

nombre científico	nivel trófico (consumidor)	hábito alimenticio	alimentos <sup>1</sup>
<i>Arius spixii</i>	1°	omnívoros	algas verdes, restos de crustáceos, anfípodos y huevos de peces (Velasco, 1985)
<i>Centropomus ensiferus</i>	3°	carnívoros	peneidos, peces, branquiuros, anfípodos, poliquetos, insectos Franco & García (1982)
<i>Centropomus undecimalis</i>	3o	carnívoros	peneidos, peces, branquiuros Franco & García (1982)
<i>Elops saurus</i>	2o	omnívoros	anfípodos, peneidos y materia orgánica no identificada Franco & García (1982)
<i>Euguerres plumieri</i>	1o y 2o	omnívoros	anfípodos, larvas de crustáceos y restos vegetales Franco & García (1982)
<i>Gerres cinereus</i>	1o y 2o	omnívoros	anfípodos, restos vegetales Franco & García (1982)
<i>Mugil curema</i>	1o	detritívoros, zoófagos	detritos, ostracodos, foraminíferos, copépodos, nemátodos, hemípteros, micromoluscos, huevos de crustáceos y de insectos (Velasco, 1985)
<i>Mugil incilis</i>			
<i>Mugil lisa</i>			

<sup>1</sup> citados por García (1990)

sus alrededores y por la opinión pública en general, sobre todo cuando se producen muertes masivas de peces. Estas últimas se atribuyen a la suma de varios factores que actúan sincrónicamente, principalmente climáticos (ausencia de vientos y baja cobertura de nubes) y físico-químicos (demanda de O<sub>2</sub> disuelto, no difusión de O<sub>2</sub> atmosférico al agua, reducción de tasa fotosintética, aumento de metabolismo y consumo de O<sub>2</sub> por mayor temperatura) (Centro de Investigaciones Ambientales, 1987). Todos estos factores ponen de manifiesto los diferentes grados de tolerancia de las especies, afectando a los adultos menos tolerantes, así como a las larvas y juveniles de algunas especies más tolerantes.

Aunque lo anterior se menciona frecuentemente, no existen mayores datos de los varios eventos y correlaciones que permitan conocer el proceso y predecir en alguna forma la predisposición del medio hacia la ocurrencia del evento.

En 1986, el corte del intercambio de aguas por la construcción de un terraplén de la vía Bayunca - Crespo, generó condiciones de anoxia. Estas condiciones de aislamiento no impidieron, empero, que se mantuviera el intercambio mar-ciénaga a través de La Boquilla (Centro de Investigaciones Ambientales 1987). Sin embargo, no fue suficiente para atenuar el descenso en O<sub>2</sub> de toda la ciénaga. Según este reporte, lo determinante fue lo prolongado del período de anoxia (16 hs): asociados a este evento, se registraron, asimismo, elevados valores de nitrógeno amoniacal (1 a 5 mg/l), de temperatura (>30 °C) y de pH (>9), asociados al evento.

Lo expuesto precedentemente es indicativo de la acción conjunta de factores

naturales y antrópicos en el deterioro del recurso ictícola. Las basuras y las aguas residuales de la ciudad incorporan cantidades elevadas de materia orgánica, acelerando el proceso de eutrofización con la consecuente disminución de poblaciones de peces y, en ocasiones, promoviendo eventos de mortandad masiva (i.e. mugilidos). También la instalación de pozas de engorde del "sábalo" (*Tarpon atlanticus* o *Megalops atlanticus*) en la zona de manglares, como alternativa ante la disminución del recurso pesquero, adiciona efectos adversos, como lo es la tala de manglar, los cambios en los flujos hídricos normales y la mayor presión de pesca sobre juveniles para el engorde (Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997).

Aunque existan especies tolerantes a diversos factores de stress, el aporte de aguas negras con su contenido de agentes patógenos puede contaminar peces y mariscos del manglar, reduciendo la calidad del recurso (Amezquita, 1989). Igualmente los pesticidas (DDT, DDE, DDD), detectados en mugilidos, hacen que el consumo de peces sea arriesgado para la salud de la población adyacente que lo consume (Castro, 1997), así como para los visitantes que lo hacen ignorando dicho riesgo.

Se espera que con el funcionamiento de La Bocana y el cese de las descargas de aguas negras cuando opere el ESC, la demanda bentónica, el DBO<sub>5</sub> y la contaminación por patógenos, no alcancen los niveles críticos actuales y permitan la recuperación del recurso pesquero en el interior de la ciénaga.

#### Avifauna

Pese a su deterioro, el manglar resguarda aún varias especies de aves, constituyendo un lugar de paso y aportando sitios de anidación, alimentación y cría. Aunque se observan en distintas áreas de la ciénaga y su entorno, son más frecuentes en la parte N del sistema, sector de Juan Polo, el cual tal como se anotó es el de mejores condiciones.

La tabla 29 agrupa aves que se han asociado a la ciénaga de Tesca y sus manglares. Se identifican 3 de origen neártico, 7 migradoras, 3 con restricciones de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 1997) de acuerdo con su Apéndice III (especies no en peligro pero que requieren de prevenir o restringir su explotación y el control de su comercio) y 1 en el Apéndice II (especies no en peligro de extinción pero que podrían estarlo si no se controla su comercio). De acuerdo con los listados del Specially Protected Areas and Wildlife to the Convention for the Protection Areas and Development of the Marine Environment of the Wider Caribbean Region (SPAW, 1998), se identifican 3 especies dentro de su Anexo III (especies de flora y fauna marina y costera que pueden ser utilizadas racionalmente y requieren protección, manejo y uso) y 1 dentro del Anexo II (especies de fauna marina y costera en peligro, amenazadas, protegidas o endémicas que requieren la prohibición de su muerte, captura, comercio de sus huevos, partes o productos).

Aunque son importantes las especies, en el caso de Tesca, lo más importante es el sistema y sus hábitats, ya que constituye uno de los pocos sitios de albergue y alimentación no solo para especies migratorias del N y S, sino para especies locales que aunque abundantes por ahora, están

perdiendo su hábitat. Algunas de las aves no tienen hábitat ni paradero alterno, por lo cual la desecación de un humedal implica su extinción (Duque, 1992; Sánchez, 1992).

Si bien en comparación con otros países de Suramérica, tanto los manglares (World Resources Monitoring Centre, 1999), como las aves de orilla marina neárticas (Morrison & Ross, 1989), que se localizan en la costa N de Colombia son de poca magnitud; por ello mismo para Colombia constituyen relictos de hábitats y especies importantes como componentes naturales del paisaje.

Morrison & Ross (1989) determinaron en su evaluación de aves de orilla marina neárticas en 36 eco-unidades (hábitats significativos) a lo largo de la costa de América del sur (1982-1986), como su costa N es la más importante área de invernada (2.5 millones, el 86 % del total para América del sur). Para la eco-unidad Colombia-Caribe se recorrieron 854 km de costa durante el 21 y 22 de febrero de 1986, y los autores identificaron 29 hábitats principales (sectores 25 a 53), donde se destacan Galerazamba con 3.500 aves de orilla observadas, la Isla de Barú con 502, ciénaga de Tesca con 425 y los alrededores de la desembocadura del río Magdalena (PNN Isla de Salamanca con 3.366 aves y ciénaga de Mallorquín con 2.168) que albergan el 50,2 % del total para la costa Caribe colombiana. Específicamente para la ciénaga de Tesca y manglares de lagunas en Cartagena Morrison & Ross (1989), determinaron como moderado el número de aves de orilla neárticas de tamaño medio registrado allí (425).

Tabla 29. Especies de aves asociadas a la ciénaga de Tesca, sus manglares y áreas próximas (adaptado de: Pinto-Nolla &amp; Naranjo-González, 1994; Sanchez-Pérez &amp; Alvarez-León, 1977; CIOH-Cardique, 1998a)

nombre científico	nombre común	frecuencia <sup>1</sup>			hábito social <sup>1</sup>		hábito alimenticio <sup>1</sup>						hábitat <sup>1</sup>			permanencia <sup>2,3</sup>		afinidad biogeográfica <sup>3</sup>					Apéndice CITES <sup>4</sup>	Anexo SPAW <sup>5</sup>			
		abundante	escasa	sin datos	solitario	grupo	pareja	moluscos	crustáceos	larvas inverteb.	peces	insectos	vegetales tiernos	néctares	humedales/riberas	manglares	lagunas costeras	marino e insular	residente	migratoria	movimiento local	neotropical			neártica	palearctica	Trinidad
<i>Actitis macularia</i>	chorlito																										
<i>Agamia agami</i>	garza roja																										
<i>Anas discors</i>	barraquete																										
<i>Anas bahamensis</i>	rabo'gallo																										
<i>Anhinga anhinga</i>	pato aguja																										
<i>Amazilia tzacatl</i>	colibrí colí'rojo																										
<i>Aramides cajaneae</i>	gallito de agua																										
<i>Ardea herodias</i>	garza azul																										
<i>Casmerodius albus</i>	garza real blanca																										
<i>Chloroceryle inda</i>	martín pescador/pantano																										
<i>Chrysotilus punctigula</i>	carpintero buchipecoso																										
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	pingino																										
<i>Dendrocygna viduata</i>	viudita																										
<i>Egretta thula</i>	garza calzada																										
<i>Egretta caerulea</i>	garceta azul																										
<i>Fregata magnificens</i>	tijereta, fragata																										
<i>Hidranassa tricolor</i>	garza morena																										
<i>Himantopus himantopus</i>	playero, chorlito																										
<i>Jacana jacana</i>	gallito de ciénaga																										
<i>Larus atricilla</i>	tanga, gaviota																										
<i>Limnodromus scolopaceus</i>																											
<i>Nyctanassa violacea</i>	garza negra																										
<i>Pelecanus occidentalis</i>	alcatraz																										
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	pato buzo																										
Psittacidae spl	perico																										
<i>Quiscalus mexicanus</i>	maría mulata																										
<i>Rynchops nigra</i>	gaviota picotijeras																										
<i>Tigrisoma lineatum</i>	garzón																										

1 según Jaramillo de Oyarce (1993), \* general en Colombia

2 según Ayala (1996, citado por Sánchez-Pérez &amp; Alvarez-León, 1997)

3 Hilty &amp; Brown (1986)

4 CITES (1997)

5 SPAW (1998)

## 4 CITES

El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación.

El Apéndice II incluirá todas las especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero podrían llegar a esa situación a menos que se controle el comercio.

El Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las Partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio. Las Partes no permitirán el comercio en especímenes de especies incluidas en los Apéndices I, II y III, excepto de acuerdo con las disposiciones de la Convención.

## 6 SPAW

Anexo I: agrupa especies de flora marina y costera en peligro, amenazadas, protegidas y endémicas, que requieren como medidas de protección: prohibir toda forma de destrucción o alteración de la especie, semillas, partes o productos o de su hábitat. El anexo puede incluir especies terrestres como las asociadas a hábitats en marismas y playas.

Anexo II: agrupa especies de fauna marina y costera en peligro, amenazadas, protegidas y endémicas, que requieren como medidas de protección: prohibir la muerte, captura, comercio de especies sus huevos, partes o productos. El anexo puede incluir especies terrestres como las asociadas a hábitats en marismas y playas.

Anexo III: agrupa especies de flora y fauna marina y costera que pueden ser utilizadas sobre una base racional y sustentable y que requieren como medidas de protección: formulación e implementación de planes para el manejo y uso. El anexo puede incluir especies terrestres como las asociadas a hábitats en marismas y playas.

Como otros grupos faunísticos de Tesca, las aves han sido poco estudiadas y se desconoce si actualmente hay algún aprovechamiento alguna especie (v.gr. cacería). Además de las aves, peces y la fauna de invertebrados, la ciénaga posee un apreciable valor estético, que ofrece un potencial uso recreativo en el futuro, así como para la investigación científica.

#### **La ciénaga de Tesca y su futuro status**

Es la ciénaga, por lo expuesto anteriormente, un área que dada su potencialidad de conservación y uso racional ofrece características que sustentarían que sea propuesta para incorporarse en alguna categoría de Área Natural Protegida. Por otra parte, es un tipo de humedal, que por albergar al sistema de manglar, constituye una de las prioridades de conservación y manejo que reconoce la Convención de Ramsar.

Si bien la ciénaga de Tesca ha sido inventariada entre los humedales de la región neotropical (Scott & Carbonell, 1986), sería importante promover su inclusión en calidad de humedal de importancia internacional o Sitio Ramsar. De acuerdo con la última lista que solo consigna una versión en inglés, actualizada a 13 de noviembre de 1998 (List of Wetlands of International Importance designated by the Contracting Parties, Ramsar Convention Bureau, 1998), los Sitios Ramsar de Colombia cubren un total de 400.000 ha y comprenden la región de Magdalena (10° 45' N, 74° 29' O), incluyendo el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta, con fecha de designación del 18.06.98.

Todos los humedales de importancia internacional reconocidos por la Convención Ramsar pertenecen a países que

constituyen Partes Contratantes, actualmente 113 países, entre ellos, obviamente, Colombia. Hay en la actualidad 956 sitios, los que cubren un total de 70.429.160 ha. Cada Parte Contratante contribuye al presupuesto de la Convención, con un monto que es proporcional al porcentaje de su presupuesto con el que contribuye a las Naciones Unidas y en relación con el porcentaje de aporte de los otros países (desde 0,01 hasta 25 % según los países).

Corresponde a cada Parte Contratante, aportar la información necesaria de un determinado humedal, para proponer a la Convención su incorporación. Pero tal información debe cumplimentarse siguiendo criterios para la identificación de humedales de importancia internacional, que son muy detallados para ser incluidos en estas consideraciones. En algunos países, las Partes Contratantes tienen un Comité Nacional.

Los sitios Ramsar no requieren ser áreas protegidas. De hecho, la inclusión como Sitio Ramsar, especialmente en humedales sujetos a intenso uso, debe ofrecer un grado suficiente de protección, si, junto con la designación, o seguidamente, se elabora y se pone en práctica un plan de manejo adecuado que asegure el mantenimiento de sus características ecológicas a largo plazo tal como se consigna en el Manual de la Convención (Convención Ramsar, 1996).

Los criterios para la identificación de humedales de importancia internacional están indicados con detalle en el Manual mencionado.

Por lo pronto, habría dos posibilidades que no son excluyentes:

(1) Incorporación de la ciénaga de Tesca

como Sitio Ramsar (que ya esté inventariada es ventajoso para este fin).

(2) Inclusión de la ciénaga de Tesca en el Registro de Montreux. Es un registro de los sitios que están en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, donde han ocurrido, están ocurriendo o pueden ocurrir cambios en sus condiciones ecológicas como consecuencia de desarrollos tecnológicos, contaminación u otra interferencia humana. El propósito es identificar sitios que requieren una atención particular en cuanto a su conservación mediante la acción nacional e internacional, si así se la requiere.

#### **Pantanos**

Corresponden a las zonas de transición entre las formaciones terrestres y el bosque de manglar, ubicadas sobre las salidas de los arroyos al E y S de la ciénaga, las cuales permanecen parcialmente inundadas la mayor parte del tiempo, por los flujos de arroyos principalmente durante la época de lluvias. Su importancia radica en constituir albergue de aves por lo cual la futura reserva natural para la conservación y restauración deberá incluirlos. De acuerdo con la caracterización del CIOH-Cardique (1998 b), las alteraciones de estos hábitats son la eutrofización, la colmatación por material erodado en la cuenca y en época seca las quemadas. Algunas de sus especies vegetales se citan en la tabla 30. Los pantanos al E de Tesca, no escapan a dichas amenazas, su status se considera alterado, ya que es objeto de colmatación por material erodado en la cuenca, de la eutrofización acelerada por ubicación de viviendas en sus proximidades, y en época de sequía de quemadas y reducción del agua de escorrentía, convirtiéndolos en salitrales o playones salinos.

#### **Arroyos**

Desembocan en la margen E de la ciénaga de Tesca, son pocos (8) de ellos sobresalen el Hormiga y Tabacal, su régimen es torrencial y estacional (ver hidrología). El aporte de sus aguas dulces es vital en la definición de dinámica del conjunto ciénaga, pantano y manglar. Debido a la estacionalidad, la ictiofauna es poca, por el contrario los bosques de galería sobre las márgenes alojan fauna vertebrada variada anfibios (*Bufo marinus*, *Leptodactylus* sp), reptiles (*Pseudemis scripta*, *Iguana iguana*, *Anolis aeneus*), mamíferos (*Didelphis marsupialis*, *Sylvilagus* sp) y aves (*Ara militaris*, *Buteo magnirostris*, *Icterus chrysater*, *Quiscalus mexicanus*). El status actual es alterado, ya que por el desarrollo de cultivos en años pasados en sus cuencas, algunos fueron desviados y represados, sus bosques de galería disminuidos y sus aguas arrastran con las lluvias agroquímicos y sedimentos de un suelo mal manejado.

#### **Playones salinos o salitrales.**

Amplios hace años en el S y SE de la ciénaga de Tesca, hoy son casi inexistentes y limitados a la margen NE de Juan Polo y Tesca, suceden al manglar en áreas de escasa agua dulce, vegetación halofítica se presenta una gradual zonación de la vegetación, formas arbustivas de mangle *A. germinans*, *L. racemosa* y *Conocarpus erecta* y luego especies arbustivas y herbáceas asociadas (i.e., *Hippomane mancinella*, *Batis maritima*) y cactáceas (i.e., *Lemaireocereus griseus*), de lento crecimiento y tóxicas que limitan la fauna en estos sitios. El status de los playones residuales está entre alterado y deteriorado por su ocupación para la habilitación para viviendas.

Tabla 30. Especies vegetales características de la cobertura vegetal aledaña al corredor de la tubería

Bosque Xerofítico	bosques y matorrales subxerofíticos	humedales	bosques de galería	bosques de manglar	pastos
<i>Atronium graveolens</i>	<i>Lignuletum</i> sp	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Hura crepitans</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Hyparrhenia rufa</i>
<i>Tabebuia billbergii</i>	<i>Crassicauleum</i> sp	<i>Neptunia prostrata</i>	<i>Bulnesia arborea</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Panicum maximun</i>
<i>Opuntia wentiana</i>	<i>Libidibia coriacea</i>	<i>Cyperus giganteus</i>	<i>Platysmicium</i> sp	<i>Laguncularia recemosa</i>	<i>Panicum purpurascens</i>
<i>Melochia tomentosa</i>	<i>Neltuma juliflora</i>	<i>Erythrina glauca</i>	<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Conocarpus erecta</i>	<i>Adropogon nodosus</i>
<i>Libidibia cariara</i>	<i>Zizyphus angolito</i>	<i>Thalia geniculata</i>	<i>Lecythis minor</i>	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	<i>Digitaria decumbens</i>
<i>Ipomea carnea</i>	<i>Bombacopsis quinata</i>	<i>Typha dominguensis</i>	<i>Astronium graveolens</i>	<i>Plumeria</i> sp	
<i>Trichilia trifolia</i>	<i>Acacia farneciana</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Spondias mombin</i>	<i>Batis maritima</i>	cultivos
<i>Pereskia guamacho</i>	<i>Acacia tortuosa</i>	<i>Ficrhornia erassines</i>	<i>Cordia dentata</i>	<i>Crecentia cujete</i>	arroz
<i>Capparis linearis</i>	<i>Pithecellobium saman</i>	<i>Cyperus artucuinlus</i>	<i>Capparis linearis</i>	<i>Lemaireocereus griseus</i>	maíz
<i>Ruprechtia ramiflora</i>	<i>Preskia guamacho</i>	<i>Nimphaea amplia</i>	<i>Ipomea carnea</i>	<i>Terminalia catappa</i>	caña de azucar
<i>Cordia dentata</i>	<i>Acacia tortuosa</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Melochia tomentosa</i>	<i>Hippomane mancinella</i>	batata
<i>Prosopis juliflora</i>	<i>Anacardium excelsum</i>	<i>Limnocharis</i> sp	<i>Opuntia wentiana</i>	<i>Thespesia populnea</i>	algodón
<i>Castela erecta</i>	<i>Hura crepitans</i>	<i>Eleocharis</i> sp	<i>Libidibia coriacea</i>	<i>Prosopis juliflora</i>	melón
		<i>Echinocloa colona</i>		<i>Sporobolus</i> sp	coco
		<i>Lemna</i> sp		<i>Distichlis spicata</i>	sorgo
				<i>Sesuvium portulacastrum</i>	millo

Adaptado de CIOH-Cardique (1998a)

**LLanura costera**

Comprende el sector N de Tesca, desde Juan Polo y la cuchilla de Canalete hasta las lomas de Guayacana al N de Punta Canoa e incluye la cuenca del Arroyo Guayepo (ver Geomorfología).

**Franja litoral.**

Comprende tres biotopos: las playas, marismas y acantilados.

**0.0.1 Playas.** Es el biotopo más extenso de los identificados en la franja litoral, cubre desde Punta Canoa hasta Manzanillo del Mar, son amplias y se caracterizan por la acumulación de abundante material de arribazón (troncos, restos vegetales, basuras) por parte del oleaje marino. Aún son pocas las áreas ocupadas por construcciones para turismo, por lo que su status es natural a intervenido.

**Marismas.**

Limitados a la restinga incipiente al S de Punta Canoa, cerca al sitio de llegada del tramo terrestre del ESC y la vía que llega allí, comprende bajos inundables por aguas marinas de pleamar, de pequeña extensión, ca 25-30 ha; hacia la parte más interna, se encuentran matorrales con formas arbustivas de mangle (*A. germinans* y *L. racemosa*) y herbáceas asociadas (v.gr. *Batis maritima*), sobre las playas no hay vegetación pero si bastante material de arribazón, que avanza y entra con las aguas de marea alta y mar de leva. Sus usos algo limitados son recreación, turismo y pesca ocasional (CIOH, 1998 a y b). Su status se considera entre intervenido y alterado, debido a la obstrucción del drenaje natural por la vía a Punta Canoa, la acumulación de basuras y depósitos de escombros de construcción de edificaciones de reciente desarrollo.

**Acantilados.**

Corresponden a los extremos terminales de las lomas de Guayacana, Los Morros en Punta Canoa y cuchilla de Canalete, Los Morros en Manzanillo del Mar, que continúan en el mar, tal como lo hacen las demás serranías a lo largo de la costa hasta Barranquilla. Por lo abrupto de su contacto con el mar, este no presenta vegetación, pero sirve de lugar de anidación para muchas aves, contrariamente sobre los matorrales se presenta una cobertura vegetal de bajo porte pero algo densa. La estrecha amplitud de la marea que limita la franja intermareal y el constante golpe de las olas contra las rocas reducen la fauna allí presente a los pequeños gastrópodos (i.e., *Nerita* sp, *Littorina* sp, *Balanus* sp). Por su pendiente el acantilado no permite alteraciones no naturales por lo cual su status se considera natural, no obstante, las cimas presentan construcciones recientes para

turistas, por lo cual su status está entre natural y modificado.

**LLanura per se.**

Comprende una extensa área (ca. 1500 ha), desde el N de la ciénaga de Tesca hasta Punta Canoa, fragmentada por el Anillo vial y las vías a Punta Canoa y Manzanillo del Mar. Aunque inicialmente presentó bosques subxerofíticos espinosos, de poca densidad y limitada cobertura, hoy solo quedan árboles aislados y de gran altura y diámetro (0,6-1 m)(v.gr. *Bombacopsis quinata*) rodeados de cultivos y pastos para ganado. Se presentan estrechas prolongaciones de bosque asociadas a los arroyos (v.gr., arroyo Guayepo), mezcla entre bosque de galería y bosque espinoso asociados con vegetación herbácea, en partes como parches de dos estratos y aislados por matorrales de vegetación secundaria, potreros y cultivo. La fauna asociada es aun variada, en especial las aves y algunos pequeños mamíferos, ya citados en el biotopo arroyos. Su status actual se considera entre intervenido y alterado ya que la cobertura original fue reemplazada casi totalmente por pastos para ganadería difíciles de erradicar, en proceso de abandono y algo de agricultura de pancoger, además es objeto inicial de desarrollo urbano pero limitado por carencia de acueducto.

**Serranías.**

Corresponden a las partes altas de la cuchilla Canalete al S y la loma Guayacana al N. El desarrollo de su cobertura esta limitado por sequía edáfica, se presentan reducidos relictos aislados de bosque seco tropical y subxerofítico secundarios, con formas espinosas, achaparradas (<12 m de altura y < 40 cm de diá-

metro), esclerófilas y caducifolias, predominando representantes de las familias de Mimosaceae, Anacardiaceae y Caparidaceae. Algunos relictos se ubican en los Morros de Punta Canoa y Manzanillo, también pero menos denso en el Cerro de la Popa (Reserva forestal). Su fauna más conspicua son las aves. Su status es considerado alterado, ya que ha sido invadido por aún pocas viviendas (suntuosas y tuguriales), además de su uso turístico, está siendo objeto de procesos de extracción (leñateo), acumulación de basuras, fragmentación y erosión. Este biotopo como aquellos que presentan cobertura vegetal leñosa, excepto el manglar, son de difícil recuperación porque no tienen fuentes de progámulos cercanas, por ello son considerados alterados; sin embargo al frenarse el uso actual revertirían a cobertura leñosa pero pobre en especies.

#### Arroyo Guayepo

Semejante a los arroyos Hormiga y Tabacal, mantiene sobre sus márgenes relictos de bosque de galería, de menor alteración en la cuenca alta. Su status está entre intervenido y alterado por el leñateo y la contaminación con agroquímicos procedentes de cultivos.

Se describen a continuación el estado en cuanto a la cobertura vegetal de las áreas entre el sistema Tesca-Juan Polo hasta Punta Canoas, cobertura que será intervenida durante el proceso constructivo del ESC. Básicamente comprende relictos de bosques y cultivos que están siendo transformados en terrenos para ganadería.

**Bosques:** Están constituidos por reducidos relictos aislados de bosque seco tropical y subxerofítico secundarios, debido

a los acelerados cambios en la cobertura y las drásticas alteraciones de la red de drenaje.

En los bosques secos, xerofíticos, los elementos son esclerófilos caducifolios, predominando representantes de las familias Mimosaceae, Anacardiaceae y Caparidaceae; debido a los prolongados períodos de sequía son características las formas espinosas, achaparradas, aunque también se presenta un estrato entre 6 y 12 m de altura. Algunas especies frecuentes se citan en la tabla 30. Relictos de este tipo de cobertura un poco más densa se ubican en el extremo O de Punta Canoa donde se localiza el pueblo del mismo nombre, su uso actual es la urbanización para turismo y acuicultura. Aunque alejado de corredor del proyecto, el Cerro de la Popa (Reserva forestal) también presenta vegetación xerofítica caducifolia secundaria con grandes claros y viviendas; además de su uso turístico está siendo objeto de procesos de extracción, fragmentación y erosión que repercuten en la ciénaga de Tesca.

Los bosques y matorrales subxerofíticos se presentan como enclaves de bosque espinoso y elementos distanciados y de limitada cobertura (i.e., *Lignuletum*, *Sporobolus*); se presentan parches de cardonales con formas leñosas de 5 a 6 m de altura (v.gr., *Lemaireocereus griseus*) y un estrato un poco más alto, hasta 7 m (v.gr., *Capparis octandra*) en algunos sectores como relictos del pasado sobresalen árboles aislados y de gran altura (i.e., *Bombacopsis quinata*). Otras especies se incluyen en la tabla 30 (CIOH, 1998 b). Estos bosques se ubican hacia el N de la ciénaga de Tesca, como una banda O-E fragmentada por el Anillo vial, también al SE de la población de Punta Canoa

también fragmentada en su parte norte por la vía a Punta Canoa.

Se presentan igualmente estrechas prolongaciones de bosque asociadas a los arroyos (i.e., arroyo Guayepo), mezcla entre bosque de galería y bosque espinoso asociados con vegetación herbácea, en partes como parches de dos estratos y aislados por matorrales de vegetación secundaria, potreros y cultivos (CIOH, 1998 a).

Extendiendo el área de interés hacia la gran cuenca de la ciénaga de Tesca son también importantes los bosques ubicados sobre las partes altas de las microcuencas y a lo largo de los arroyos (bosques de galería), los cuales han perdido su cobertura vegetal protectora por acción de los procesos de alteración como la delimitación de linderos (i.e., cercas, terraplenes) y a la adecuación de áreas para cultivos (v.gr., tala, quema), que han sustituido la vegetación por una rala cobertura originando la fragmentación de hábitats y reduciendo las posibilidades de supervivencia de las especies de los fragmentos. En resumen, los bosques han sido reducidos y transformados dando paso a grandes áreas de pastizales con arbustos con una estructura de rastrojo bajo, inferior a los 4 m de altura, donde predominan las leguminosas en proceso de desarrollo (v.gr., *Prosopis juliflora*, *Delonix regia*, *Acacia farnesiana*), subsiguientes a las áreas de loteo y cultivo, estos tres tipos de cobertura constituyen el 70 % del área del corredor previsto.

**Cultivos:** Los cultivos han desplazado al bosque, algunos de ellos son arroz, sorgo, millo, maíz, melón, coco, caña de azúcar, batata, algodón y pasturas

(CIOH, 1998 a). Los cultivos establecidos marginalmente durante décadas fueron importantes en la producción agrícola regional, pero la rápida salinización de los suelos y las aguas, la contaminación de los suelos y las aguas favorecieron procesos de aridización que determinan hoy su no posible utilización, ante lo cual se ha optado por el establecimiento de ganadería semiextensiva, la cual igualmente provoca la pérdida de los suelos (Hazen & Sawyer, 1998).

Un aspecto importante es la contaminación por compuestos organoclorados resultado de décadas de aplicación no controlada y que llegan a la ciénaga de Tesca por la escorrentía y lavado de suelos de áreas de cultivos actuales y pasados (Castro, 1997; M.O.P.T. & Carinsa, 1994). También la quema para labores agropecuarias es una importante alteración asociada a los cultivos, muy relacionada a la pérdida de pautas tradicionales y culturales de la población, es decir, la pérdida de los saberes generacionales tradicionales sobre el uso y aprovechamiento de recursos es un factor acelerante de agotamiento de recursos, abandono o cambio de las prácticas productivas (CIOH, 1998 b).

Una vez transformados los bosques a pastos para bovinos el sobrepastoreo, erosión y compactación culminan la degradación del suelo hacia la aridez, permitiendo el avance de la expansión urbana como etapa final de la transformación de la cobertura vegetal.

En general para la zona de interés, desde Cartagena hasta Punta Canoa, los problemas ambientales ya citados (CIOH, 1998b; Hazen & Sawyer, 1998), han determinado una reducción en la calidad

de hábitats reflejada en una biodiversidad baja y la limitación en la disponibilidad y uso de los recursos naturales.

Lo anterior aunado a la existencia de tramos de corredores viales ya existentes, a mejorarse en próximos meses (El Universal, 1998 a), determinan una alteración temporal con los efectos típicos asociados a la fase de construcción del ESC. Ya con miras a la recuperación de la ciénaga de Tesca una vez entre a funcionar el emisario, deben sumarse las medidas y acciones hacia la restauración de los relictos de vegetación de matorral y de las partes altas de la gran cuenca de la ciénaga, incluido el Cerro de la Popa.

**Fauna asociada a la cobertura vegetal:** Es inferible la deploración de las poblaciones faunísticas, asociada a la transformación y fragmentación de los hábitats y la cobertura vegetal. A la caza se ha sumado los cambios en el uso del suelo y las aguas (arroyo, ciénagas) por lo cual son pocas las especies presentes aún. Dentro del área de interés relacionada con el corredor del ESC, sobresalen por su relativa abundancia en especies la Loma de la Virgen, los rastrojos conlindantes con la margen E de la ciénaga de Tesca y en los Morros al sur de Manzanillo del Mar. En la tabla 31 se citan algunas de las especies frecuentes según Hazen & Sawyer (1998), cuya fuente de registro no se precisa.

Con referencia a la fauna, como con otros componentes naturales del paisaje del área de interés, se cuenta con poca información concreta, es decir, producto de trabajo de campo, observaciones y registros directos. Aunque CIOH-Cardique (1998 a) incluye un gran número de especies de fauna para una zona más

Tabla 31. algunas especies de la fauna asociada a la cobertura vegetal en la llanura costera, serranías y riberas de arroyos (Hazen & Sawyer, 1998)

mamíferos		aves		aves	
nombre científico	nombre común	nombre científico	nombre común	nombre científico	nombre común
<i>Agouti paca</i> (III) <sup>1</sup>	guartinaja	<i>Amazona ocrecephala</i> (II)	loro	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	pitirri
<i>Alouatta seniculus</i> (II)	aulladores	<i>Ara militaris</i> (I y II)	perico	<i>Nyctiocorax nyctiocorax</i>	guaco
<i>Dasyus septemcinctus</i>	armadillo	<i>Aramus guarauna</i>	coclí	<i>Ortalis garrula</i>	guacharaca
<i>Didelphis marsupialis</i>	zorra chuco	<i>Buteo magnirostris</i> (II y III)	gavilán del camino	<i>Piculus rubiginosus</i>	carpintero
<i>Dusicyon thous</i>	zorra perro	<i>Campephilus melanoleucos</i>	carpintero	<i>Pitangus sulphuratus</i>	chupa huevo
<i>Seiurus sp</i>	ardilla	<i>Chloroceryle amazona</i>	martín pescador	<i>Polyborus plancus</i> (II)	cari cari
<i>Sylvilagus floridanus</i>	conejo	<i>Columba cayanensis</i>	torcaza	<i>Quiscalus mexicanus</i>	marfa mulata
<b>reptiles y anfibios</b>		<i>Columba talpacoti</i>	tórtola	<i>Sicalis flaveola</i>	canario
<i>Anolis auratus</i>	lobo azul	<i>Coragyps atratus</i>	golero	<i>Sporophila intermedia</i>	picogordo
<i>Boa constrictor</i> (I y II)	boa	<i>Couturnis couturnis</i>	codorniz	<i>Sporophila luctuosa</i>	mochuelo
<i>Bufo marinus</i>	sapo	<i>Egretta thula</i>	garza blanca	<i>Traupis episcopus</i>	azulejo
<i>Caiman crocodylus</i> (I y II)	babilla	<i>Falco sparverius</i> (II)	gavilán pollero	<i>Troglodites troglodites</i>	cucarachero
<i>Pseudemis scripta</i>	icotea	<i>Glaneis hirsuta</i>	colibrí		
<i>Crotalus durissus</i> (III)	cascabel	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavilán negro		
<i>Iguana iguana</i> (II)	iguana	<i>Icterus chrysater</i>	toche		
<i>Leptodactylus sp</i>	rana	<i>Milvago chimachima</i> (II)	pigua		
<i>Tupinambis nigropunctatus</i> (II)	lobo pollero	<i>Momotus momota</i>	barranquero		

<sup>1</sup> Apéndice de la Convención CITES, para el control del comercio de especies de fauna y flora (CITES, 1997).

amplia (zona costera Galerazamba-Bahía Barbacoas), son datos generalizados que no permiten distinguir registros concretos tanto para dicha zona como para el área de interés de la presente evaluación, corredor entre zona suroriental de Cartagena y Punta Canoa.

Tal como se ha indicado la pérdida de la cobertura vegetal y su reemplazo por pastos, debido a cambios en el uso de los suelos del área de influencia del ESC, limitan y disminuyen los hábitats apropiados para la fauna, por lo que es muy posible entonces que algunas de las especies reportadas por el CIOH-Cardique (1998 a) e incluso algunas de las aquí citadas (v. gr., *Alouatta seniculus*, *Agouti paca*, *Caiman crocodylus*) no se encuentren ya en la zona de influencia del ESC proyectado.

#### Área marina costera

El mar adyacente a Cartagena hace parte de la región costera colombiana del Caribe, comprendida ésta por el espacio entre Venezuela y Panamá. Retomando a Marín (1992), el área de interés para el ESC, se encuentra dentro de la zona denominada Río Magdalena-Cartagena, desde Ciénaga hasta Punta San Bernardo, donde se destaca la gran influencia del río Magdalena y el Canal del Dique y la presencia de diferentes ecosistemas (ciénaga Grande de Santa Marta, ciénaga de Tesca, bahía de Cartagena y los archipiélagos del Rosario y San Bernardo.

En la zona adyacente a Cartagena que incluye los sitios alternativos para el ESC, el lecho marino se caracteriza por sus pendientes moderadas: entre 0,3%, en los primeros 5 km hasta los 14 m de pro-

fundidad y 3,5% a 6 km con profundidades mayores a los 50 m; más allá, la profundidad aumenta de 100 m hasta 1.000 m, a 50 km de la costa. El material de fondo es de tipo arenoso en general.

El oleaje tiene dirección dominante N-S. Aunque los registros son escasos, Hazen & Sawyer (1998a) cita para la zona olas comúnmente menores o iguales a 3,5 m de altura, variables durante el año y máximas durante la época seca cuando prevalecen los vientos Alisios.

Las mareas de tipo bidirario (dos mareas altas y dos bajas durante el día) varían en su corta amplitud entre los 0,30 m y 0,60 m, las mayores variaciones caracterizan el denominado *mar de leva* frecuentes durante octubre y noviembre (Hazen & Sawyer, 1998).

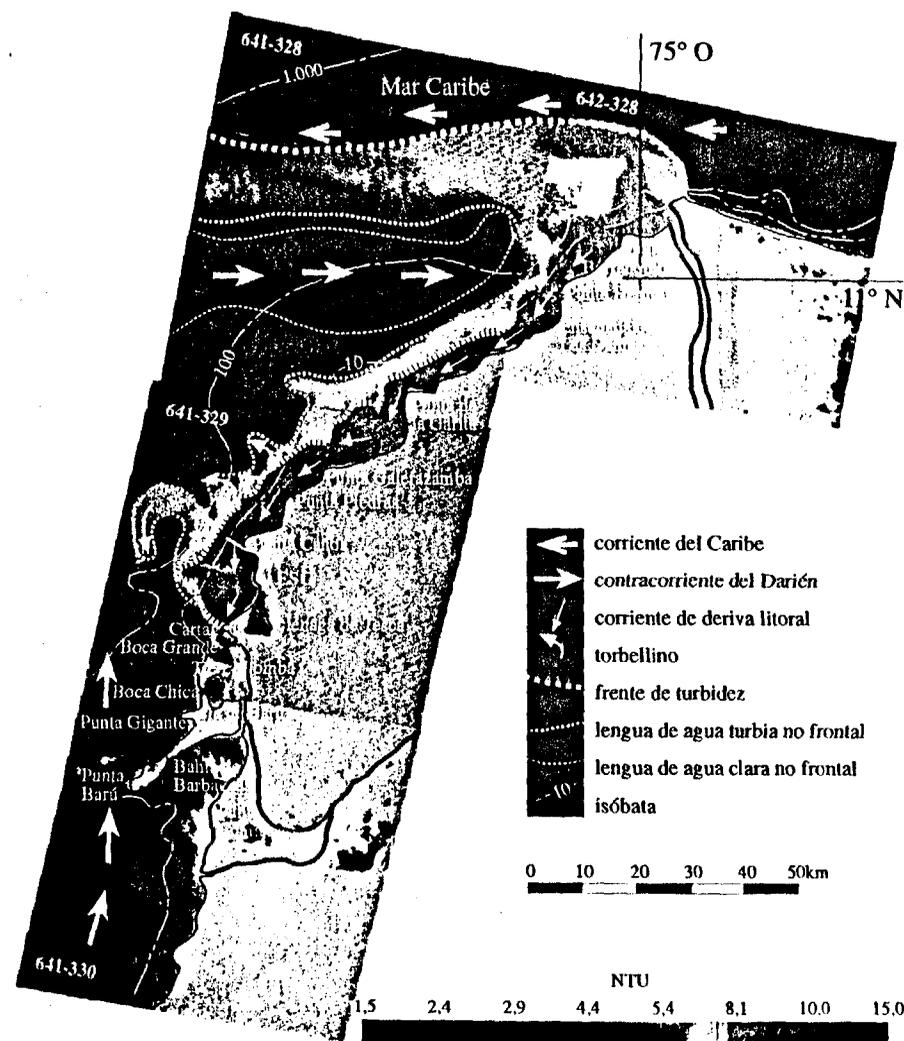
En la tabla 32, se presentan los resultados de algunos estudios sobre corrientes realizados en el mar adyacente a Cartagena, se distinguen variaciones según la época del año, incluso durante diciembre se observaron corrientes con direcciones contrarias, sobresaliendo por sus velocidades las SO-NE. Las mediciones realizadas durante el estudio de factibilidad, entre enero y septiembre de 1998, registraron velocidades promedio entre 0,13 y 0,26 m/s, las máximas entre 0,44 y 0,84 cm/s, el promedio general es de 0,20 m/s con un a dirección predominante paralela a la costa.

Las corrientes son variadas y complejas ya que confluyen allí la Corriente del Caribe y la Contracorriente Darién (torbellino panameño), bajo la acción periódica de fuertes vientos (i.e., Alisios) y mareas (i.e., mar de leva). Debido a la presencia de la península de la Guajira, los vientos Alisios que soplan hacia el O, son desviados hacia el SO a lo largo de la línea de costa. Análisis de Hazen & Sawyer (1998) de los datos sobre direcciones, indican cortos períodos de tiempo (6%) durante los cuales los vientos se

dirigen hacia el E promoviendo movimientos superficiales hacia las playas.

Tal como lo registraron Andrade & Thomas (1988) a través de imágenes de satélite durante la época seca, la hidrodinámica del mar Caribe en la costa colombiana y la distribución de los sedimentos aportados por el río Magdalena, determinan la presencia de una franja turbia a lo largo de la costa, que corresponde a los sedimentos llevados por el oleaje y la deriva litoral; estos autores destacan la presencia de tres lenguas turbias de las cuales la localizada en Punta Canoas es la más extensa, estas lenguas son posiblemente resultado de mayor erosión local y remolinos provocados por la presencia de cabos en dichos lugares, los cuales interceptan las corrientes (mapa 15). Igualmente, evidenciaron como un brazo de la Contracorriente del Darién controla la pluma aguas turbias, cortándola a la altura de la isla Tierra Bomba.

Los aportes de sedimentos del río Magdalena afectan la zona costera de forma variable según la época del año, cuando son mínimos los Alisios, las aguas son transportadas, perpendicularmente a la costa, desde Bocas de Ceniza hacia mar afuera, donde forman un frente definido y en ocasiones continúan hacia el E, la Guajira, o el Norte afectando las aguas del Caribe central próximas a Haití, República Dominicana y Jamaica (Blanco, 1988, citado por Corpes-CA., 1991); incluso cuando no se presentan los Alisios se torna predominante la deriva de coriolis, la cual hace que las aguas descargadas se desplacen con dirección hacia el noreste (esto es más notorio en el caso de las aguas del Río Magdalena, en mar abierto). Cuando actúan los Alisios, las aguas del Magda-



Mapa 15. Distribución de sedimentos aportados por el río Magdalena al mar Caribe y su cubrimiento del área de influencia del ESC.

fuelle: Adaptado de Amaya & Thomas, 1988

Tabla 32. Características de las corrientes faja costera de Cartagena

parámetro	agosto*	diciembre*		enero a septiembre†	
		0-2 km	2-5 km	Punta Canoas	
dirección neta	SO→NE	NE→SO	SO→NE	media	máxima
velocidad (m/s)					
mínima	0,07	0,08	0,26	0,131	0,44
máxima	0,41	0,31	0,56	0,265	0,84

\* MinObras, 1970 y Civil Hidráulica Sanitaria, 1984, citados por Hazen & Sawyer (1998).

† Mediciones para estudio de factibilidad

lena afectan la zona costera al Suroeste de Bocas de Ceniza como ya se anoto.

Arenas finas y sedimentos de lodo del área son alimentados por la gran descarga de sedimentos del río Magdalena (tabla 33), la cual es distribuida por las corrientes. El transporte de material proveniente del río Magdalena por la deriva litoral y su depositación lenta sobre la plataforma se evidenciaron a través de muestreos de núcleos de sedimentos en 1975 (Klingebiel & Vernette, 1979). Por su caudal el Magdalena ocupa el lugar N° 25 en el mundo y el N° 11 por su transporte de sedimentos (mayoría limos y arcillas, minoría arenas finas) (Hazen & Sawyer, 1998).

Las aguas descargadas sólo se mezclan gradualmente con las marinas, formando capas superficiales de distinta salinidad y originando frentes más o menos definidos; tienen un claro efecto fertilizante en el ambiente pelágico por su aporte de nutrientes disueltos, de no ser por esto y la surgencia el ecosistema pelágico del Caribe colombiano sería lo más parecido a un desierto marino (Corpes-CA., 1991).

El potencial productivo natural de los ecosistemas marinos de la región se debe a los fenómenos de fertilización por aportes continentales (v.gr., ríos, sistemas de lagunas costeras y estuarios) y surgencia (costas de los departamentos Magdalena y Guajira).

Tal como lo muestran las imágenes del satélite Nimbus 7 del Coastal Zone Color Scanner (CZCS), son las descargas del Magdalena, Atrato y Sinú las que aportan los nutrientes al medio marino, lo cual se evidencia en las mayores concentraciones de pigmentos registradas por el satélite para los sitios de descarga (figura 10)

Tabla 33. Características de las descargas del ESC proyectado, río Magdalena y Canal del Dique.

parámetro	río Magdalena <sup>1</sup>	canal del Dique <sup>2</sup>	ESC (proyectado) <sup>3</sup>
área cuenca (km <sup>2</sup> )	257,438		
caudal medio (m <sup>3</sup> /s)	7,018	320	3.5
caudal mínimo (m <sup>3</sup> /s)	1,520	83	1.7
caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)	18,359	1,069	3.9
concentración de sedimentos (mg/l)	850	440	
sedimentos transportados (m <sup>3</sup> /día)	84,000	2,082	

1 Calamar, Bermudez, 1986; Saldarriaga & Alvarado, 1986; Marin, 1992.

2 Gambote, UEP-BEX citado por Carinsa-Incoplan, 1993.

3 Emisario submarino proyectado año 2025, Hazen & Sawyer, 1998.

Para el caso de los ecosistemas litorales y bentónicos se observa una relación estrecha con las condiciones físico-bióticas de los hábitats y su productividad como los mosaicos coralinos y praderas submarinas con aguas calidas y de alta transparencia, bancos de camarón y fondos lodosos (Corpes-CA., 1991).

Debido a la variabilidad de las descargas y corrientes y al alto transporte de sedimentos, la conformación del fondo sufre variaciones modificándose en forma continua, lo cual limita el establecimiento de fauna béntica. La zona presenta alta turbidez estacional como consecuencia de la turbulencia del oleaje debido a los Ali-

sios y de la deriva litoral que transporta sedimentos del río Magdalena, proceso natural que incluso en ocasiones del pasado geológico ha sido de mayor magnitud.

La existencia de corrientes rápidas y fondos lodosos y arenosos, registradas en el área cercana a Punta Canoas (tramo-alternativa recomendado) durante 1998 por Hazen & Sawyer (1998 a), explican la pobreza local tanto en fauna como en flora. La fauna transeúnte, fundamentalmente peces, es la común de la región. Su status está entre natural y modificado, a causa además, de incursiones pesqueras de tipo industrial en los alrededores que remueven los fondos.

La calidad del agua en el área marina entre Punta Canoas y Punta Barú ha sido muestreada por CIOH y Cardique entre 1996 y 1997 y por Hazen & Sawyer entre

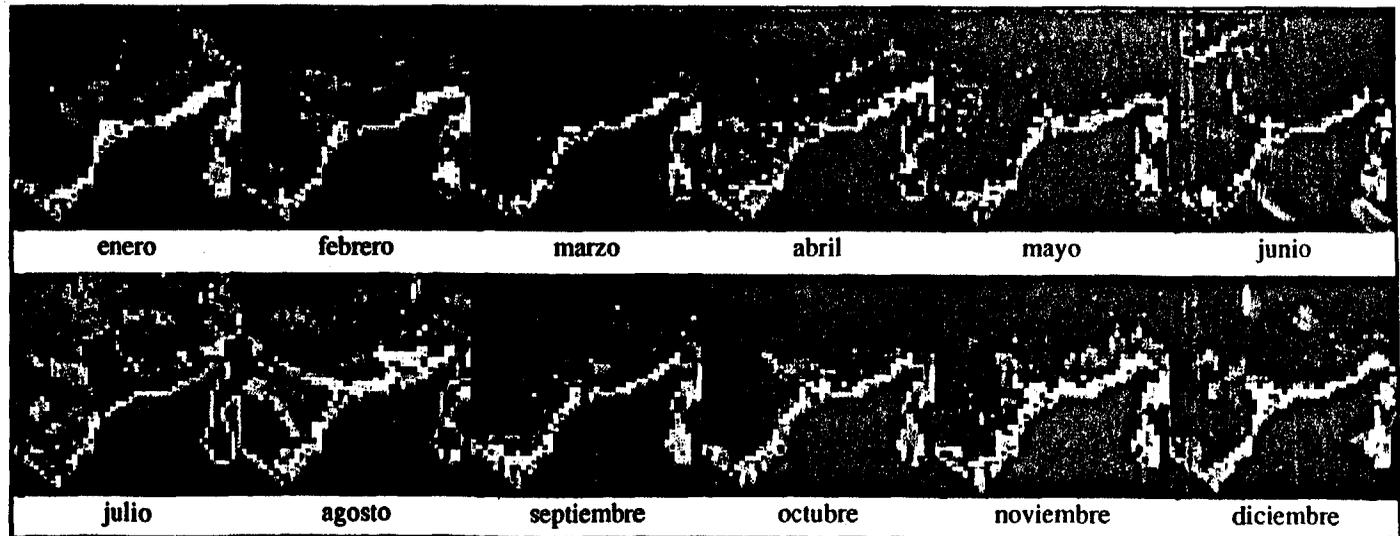


Figura 10. Concentraciones medias mensuales de clorofila (mg/m<sup>3</sup>) de la costa Caribe de Colombia de noviembre de 1978 a junio de 1986. Imágenes tomadas CZCS de la NASA. El color negro corresponde a zonas sin información por recubrimiento de nubes. Fuente: Goddard Space Center, 1994

1997 y 1998 (Hazen & Sawyer, 1998 a)), los resultados destacan estaciones frente a Punta Canoas y La Boquilla con concentraciones ligeramente altas en DBOs, 1,7 a 4,3 mg/l, aunque por debajo de 5 mg/l valor típico máximo normal y coliformes totales, 110 a 2.300 NMP/100ml, que sobrepasan en algunos casos las normas 1.000 NMP/100ml (aguas para contacto primario, baño y natación, Decreto 1594 de 1984). Estos resultados evidencian la influencia actual de las aguas descargadas por la ciénaga de Tesca al mar adyacente durante la apertura de la boca y otras descargas directas.

Es ya conocida la desmejora de la calidad sanitaria de los cuerpos de agua y balnearios importantes (v.g.r., ciénaga Grande de Santa Marta, Bahía de Cartagena, Santa Marta), donde se han medido concentraciones de coliformes fecales y bacterias patógenas muy por encima de los niveles máximos permitidos por la legislación colombiana e internacional (v.g.r., coliformes fecales hasta de 8.400 NMP/100 ml, incluso en inmediaciones de playas turísticas como Castillogrande y El Laguito (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

Las observaciones de Hazen & Sawyer (1998 a), evidenciaron la presencia de comunidades biológicas (corales, esponjas, macroinvertebrados y algas) aisladas en el espacio pero que permiten la existencia de peces y crustáceos.

Como parte del estudio de factibilidad en 1997 se realizaron observaciones submarinas para registrar las comunidades macrobénticas, tipos de fondo, especies de fauna y flora y tomar muestras de sedimentos del área marina entre Punta Canoas y Cartagena, dentro de los tramos de las diferentes alternativas para locali-

zación del ESC. En la tabla 34 se resumen los resultados de dichas observaciones.

Aunque estas observaciones (no cuantitativas) estuvieron influenciadas por los vientos alisios, el mar de leva, la alta turbulencia y poca visibilidad consecuentes, muestran como el sitio de la alternativa 4 (frente a Tierrabomba) de localizada y baja diversidad, por presentar lodos como fondo, posibles de removerse, puede llegar a afectar componentes biológicos marinos cercanos (v.g.r., Isla del Rosario); el sitio de la alternativa 2 (frente a Manzanillo del Mar) de mayor biodiversidad sería también muy afectado por la resuspensión de sedimentos ya que los fondos son predominantemente lodosos, constituye además área de pesca de langosta; el corredor frente a la ciénaga de Tesca, alternativa 1, que presenta comunidades biológicas esparcidas y fondos lodosos, constituye área de frecuente pesca artesanal; la zona frente a Punta Canoas, alternativa 3, también de

fondos lodosos es la de menor registro de biodiversidad. Por lo anterior la localización del ESC en el área marina frente a Punta Canoas es la que implica menores consecuencias sobre la biota marina.

Luego de conocer lo anterior y para precisar la información, se realizaron muestreos cuantitativos de la fauna bentónica en la zona N, entre el aeropuerto y Punta Canoas, descartando la alternativa 4 (frente a Tierrabomba). Se ubicaron 15 estaciones de muestreo, 5 por alternativa, entre los 22 y 32 m de profundidad.

La alternativa 4, frente a Tierrabomba y la más sur de las alternativas consideradas por el estudio de factibilidad, podría llegar a influir sobre el Parque Nacional Corales del Rosario, el cual se encuentra aproximadamente a 30 km al sur de Bocagrande y cuyas comunidades arrecifales son el recurso más destacado e importantes para el desarrollo del turismo. Es importante anotar como dichas comunidades ya han sido reportadas como alteradas por las descargas del

Canal de Dique al mar adyacente (Urbano *et al.*, 1992).

En la figura 11, se aprecia como el área frente a Punta Canoas, con fondos lodos (alternativa 3) presenta una menor abundancia de individuos bentónicos por metro cuadrado. La inestabilidad de los fondos lodosos y la variable hidrodinámica determinan una situación de disclimax, tal como sucede en el zoobentos de las planicies aluviales las comunidades no alcanzan estados estables de desarrollo (Carinsa-Incoplan Ltda, 1993; Arias, 1977; García & Dister, 1992; Roldán, 1992, citados por Incoplan Ltda, 1994).

Se registraron 6 taxas, dentro de los cuales se destacan por su abundancia los gasterópodos-*Natica pusila*, *Olivella acteocina* y *Tricolia bella*; pelecypodos *Nuculana vitrea*, *Crenella divaricata* y *Macoma tenta* y los poliquetos *Hermodice carunculata*, *Spirobranchus giganteus* y *Megaloma lobiferum*. Respecto a la diversidad de especies zoobentónicas, estos mues-

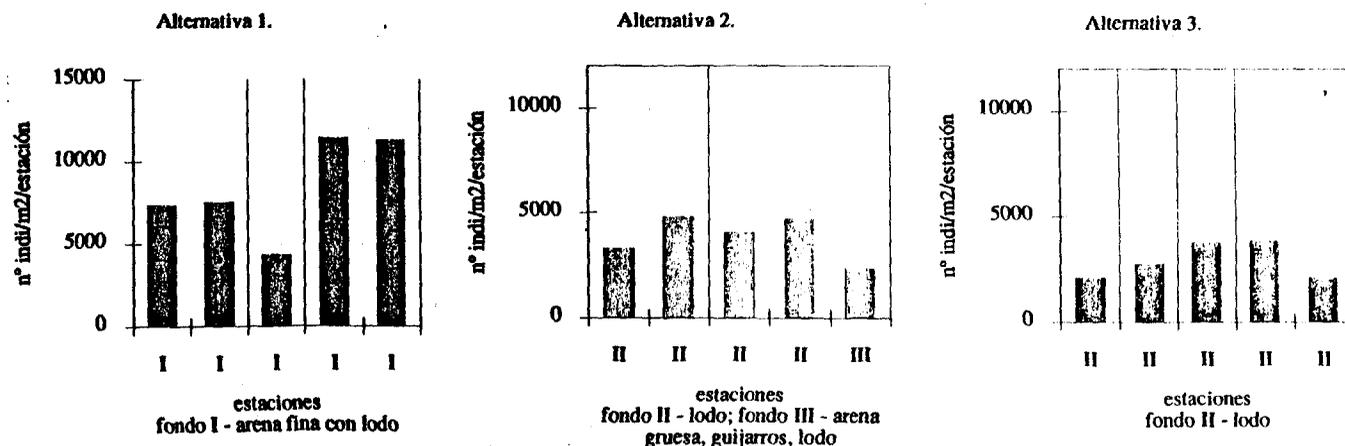


Figura 11. Distribución del número de individuos bentónicos/m<sup>2</sup>/estación y tipo de fondo en los sitios-alternativas para localización del ESC.

Tabla 34. Características del medio marino en los tramos de los sitios alternativos evaluadas para el ESC (Adaptado de: Hazen &amp; Sawyer, 1998).

alternativa	tramo	profundidad (m)	fondo	fauna	flora	organismos en sedimentos
1 frente a ciénaga de Tesca	1	30 a 20	lodos	pequeños gasterópodos, crustáceos cangrejos ermitaños (Paguridae)	escasa, hierba ( <i>Thalassia testudinum</i> ) algas rojas	
	2	19 a 15	arena muy fina y lodo; algunas áreas con rocas pequeñas	esponjas ( <i>Xetospongia muta</i> , <i>Ircina strobilina</i> , <i>Siphonodictyon coralliphagum</i> ); hidrocorales; peces (Carangidae, Pomacanthidae, Holocentridae, Pomadasylidae, Urolophidae)(actividad pesquera)	hierbas ( <i>Halophila baillonis</i> , <i>Thalassia testudinum</i> ); algas verdes (Chlorophytas), rojas (Rhodophytas) y pardas (Phaeophytas)	
	3*	15 a 10	arena muy fina y lodo; algunas áreas con rocas pequeñas; restos calcáreos de conchas	colonias aisladas de hidrocorales	hierba ( <i>Halophila baillonis</i> )	poliquetos, equinodermos micromoluscos
	4	10 a 3	arena muy fina y lodo	algunos peces Carangidae (actividad pesquera)	no se observó ningún tipo	
2 frente a Manzanillo del Mar	1	30 a 22	lodos	peces y langosta (actividad pesquera); esponjas, crustáceos: camarón limpiador ( <i>Stenopus hispidus</i> ), cangrejo flecha ( <i>Stenorhynchus seticornis</i> ), cangrejos ermitaños (Paguridae); poliqueto errante ( <i>Hermodice carunculata</i> ); estrellas ( <i>Oreaster reticulatus</i> , <i>Astrophyton muricata</i> ); bivalvos ( <i>Pinna carne</i> ); peces (Holocentridae, Acanthuridae, Pomadasylidae); langosta ( <i>Panilurus argus</i> )	escasa, algas verdes y rojas	poliquetos
	2	22 a 20	lodos, material calcáreos, parches rocosos de origen coralino	colonias aisladas de hidroides, algunas pequeñas esponjas ( <i>Agelas conifera</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Agelas clathrodes</i> , <i>Siphonodictyon coralliphagum</i> ); corales ( <i>Agaricia</i> sp, <i>Montrastea</i> sp, <i>Manicia areolata</i> ), octocorales ( <i>Carijoa riisei</i> ); abundantes peces (Acanthuridae, Chaetodontidae, Labridae, Lutjanidae, Ostraciidae, Pomacanthidae, Pomacentridae, Pomadasylidae, Serranidae, Tetraodontidae)	escasa, algas verdes ( <i>Halimeda discoidea</i> ), hierba ( <i>Halophila baillonis</i> )	
	3	20 a 15	lodos principalmente con transición a arena muy fina, parches de roca de origen coralino	esponjas, colonias de hidrocorales; peces (Acanthuridae, Chaetodontidae, Labridae, Lutjanidae, Ostraciidae, Pomacanthidae, Pomacentridae, Pomadasylidae, Serranidae, Tetraodontidae); esponjas ( <i>Xetospongia muta</i> ); lírios de mar ( <i>Crinoidea</i> ); langosta espinosa ( <i>Panilurus argus</i> ); cangrejos ermitaños (Paguridae); gasterópodos; poliquetos ( <i>Sabellastarte magnifica</i> )	escasa, domina hierba ( <i>Halophila baillonis</i> ), algas verdes ( <i>Halimeda discoidea</i> , <i>Caulerpa mexicana</i> , <i>Caulerpa prolifera</i> )	poliquetos, moluscos, crustáceos anfípodos
	4*	15 a 10	arena muy fina, mezclada con lodos y material calcáreo de origen animal, parches aislados de rocas	esponjas, colonias de hidrocorales; menos peces (Pomadasylidae, Acanthuridae, Holocentridae, Diodontidae)	escasa, domina hierba ( <i>Halophila baillonis</i> ), algas verdes ( <i>Halimeda discoidea</i> , <i>Caulerpa mexicana</i> , <i>Caulerpa prolifera</i> ), rojas y pardas	
	5*	10 a 3	arena muy fina mezclada con lodos	no se observó ningún tipo	no se observó ningún tipo	
	3 frente a Punta Canoas	todo*	30 a 3	lodos, tramo costero con arena muy fina mezclada con lodos	no se observó ningún tipo	no se observó ningún tipo
4 frente a Tierrabomba	1	30 a 5	lodos	no se observó ningún tipo	no se observó ningún tipo	no se encontró
	2	5 a 3	rocas de la terraza arrecifal de Tierrabomba	pequeñas cabezas de coral ( <i>Diploria</i> sp, <i>Montrastea</i> sp, <i>Porites asteroides</i> , <i>Siderastrea</i> sp, <i>Solenastrea</i> sp); colonias de octocorales; peces (Acanthuridae, Chaetodontidae, Gobiidae, Holocentridae, Pomacentridae, Scaridae)	algas verdes	

\* aumento de turbidez, visibilidad menor a 50 cm.

treos no muestran grandes diferencias ya que en el área para la alternativa 1 se registraron en total 37 especies, en el área para la alternativa 3 36 especies, en tanto que en el área para la alternativa 2 se registraron 30. La dominancia de fondos blandos no es de extrañar ya que constituyen el ecosistema más extenso del fondo del mar, en particular de la plataforma continental del Caribe colombiano y sostienen importantes pesquerías como la del camarón (Ministerio del Medio Ambiente, 1997). No obstante lo anterior, se sugiere una integración de muestreos sobre la biota marina con datos físico-químicos del agua, lo cual debe desarrollarse dentro de los muestreos y seguimiento propuestos más adelante dentro del PMA, programa de Monitoría.

Por otra parte, el ambiente marino adyacente a Cartagena, sus recursos y paisaje, es área de actividades como el turismo, urbanización, cultivo de camarón y pesca. La pesca deportiva, recreativa y comercial frecuentan aguas mar adentro, mientras la pesca artesanal tradicional se desarrolla cercana a las playas. Pese a la gran extensión de la zona económica exclusiva (200 millas náuticas, incluyendo las 12 del mar territorial), la pesca marítima es fundamentalmente costera y artesanal (zonas estuarinas, lagunas costeras y desembocaduras de ríos) (Marin, 1992). De acuerdo con el INPA (Hazen & Sawyer, 1998), la franja costera hasta 1 milla náutica (1.852 m) más adentro es de pesca artesanal exclusiva, es decir, vedada para la pesca comercial (Ley 13 de 1990, Decreto reglamentario 2256 de

1991). No obstante la normatividad, los pescadores artesanales se quejan de actividades ilícitas nocturnas por parte de barcos pesqueros comerciales, lo cual es de difícil control por parte del INPA (Rodas, comunicación personal, 1998).

El estudio de factibilidad identifica para el área marina costera al S de Punta Canoas y hasta Bocagrande 8 sitios frecuentados por los pescadores: Negrito afuera, Bajo Matarratón, Ensenada de Guayepo, Negrita, Bajo Komis, Banco Mayora, Bajo las Campanas y Terraza de Bocagrande; al N de Punta Canoas se identifican 5: Bajo Negrillo, Bajo Nuevo, Morro Pelao, Bajo Rogelio y la Ensenada de Playa Larga. Se desconocen datos precisos sobre la pesca en dichos sitios; actualmente se analizan datos de capturas por unidad de pesca (canoa, transmallo y dos personas) entre 1987 y 1997 (Rodas, comunicación personal, 1998).

De acuerdo con Rodas & Zarate (1994), durante el período de 1987 a 1993 especies como la sierra (*Scomberomorus maculatus*), el jurel (*Caranx hippos*) y el toyo (*Carcharhinus porosus*) fueron las especies más predominantes y de mayor captura en el área de influencia de Cartagena de Indias y especies como la picua (*Sphyrna barracuda*), barbudo (*Arius spixii*), chivo mapalé (*Bagre* sp), pargo (*Lutjanus* sp), sábalo (*Tarpon atlanticus*) y róbalo (*Centropomus undecimalis*), son de muy baja captura y no tienen una mayor representación en la misma.

Las observaciones de los corredores submarinos alternativos para el ESC, permitieron identificar un total de 16 familias y

23 especies (ver tabla 35). La mayor abundancia de individuos y diversidad de especies se registró en la zona correspondiente a la alternativa 2 (frente a Manzanillo del Mar). Debido a la alta turbidez de las aguas en la zona frente a Punta Canoas, alternativa 3, no se registraron peces. La abundancia en el área para la alternativa 1 es muy baja, limitada a pocas muy pocas especies, algunas de ellas representadas por un solo individuo.

La actividad pesquera artesanal, presencia de pescadores, se registró en las áreas de las alternativas 1 y 2, donde se encontraron redes de pesca (i.e., transmallos). También se registró en el sector de la alternativa 2 la pesca de langosta. Es claro entonces como los fondos donde además de lodos hay arena gruesa, guijarros y parches rocosos de origen coralino, favorecen el establecimiento de fauna que permite a su vez la alimentación y refugio de los peces.

Tabla 35. Especies fcticas observadas en áreas marinas alternativas para ubicación del ESC (adaptado de: Hazen & Sawyer, 1998)

familia	especie	nombre común	alternativa			
			1	2	3	4
Acanthuridae	<i>Acanthurus coeruleus</i>	cirujano				
Acanthuridae	<i>Achanturus chirurgus</i>	cirujano				
Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	cojinoa				
Chaetodontidae	<i>Chaetodon capistratus</i>	isabelita pintona				
Chaetodontidae	<i>Chaetodon ocellatus</i>	isabeleita				
Urolophidae	<i>Urolophus jamaicensis</i>	raya pintada				
Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	pez erizo				
Gobiidae	<i>Gobiosoma</i> spp					
Holocentridae	<i>Holocentrus ascensionis</i>	carajuelo				
Holocentridae	<i>Holocentrus rufus</i>					
Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	rojizo				
Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i>	saltona				
Ostraciidae	<i>Lactophrys triqueter</i>	cofre liso				
Pomacanthidae	<i>Holocanthus tricolor</i>					
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus arcuatus</i>	isabelita negra				
Pomacentridae	<i>Chromis cyanea</i>					
Pomacentridae	<i>Steagastes</i> sp					
Pomadasyidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	ronco piedra				
Pomadasyidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	sargo rey				
Pomadasyidae	<i>Haemulon carbonarium</i>	ronco				
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	loro verde				
Serranidae	<i>Cephalopholis fulvus</i>	mamita				
Tetraodontidae	<i>Canthigasier rostratus</i>	sapo				

## **IVc. Diagnóstico socioeconómico**

## Diagnóstico Socioeconómico

Si bien el ESC es un proyecto de tipo ambiental de amplio beneficio para la ciudad de Cartagena, su implementación y funcionamiento en relación con las comunidades más cercanas a él, tendrán incidencia sobre dos zonas: (1) en alrededores de la ciénaga de Tesca, particularmente la restinga de La Boquilla-Marlinda ubicada sobre la margen O y la margen al S y SE de la ciénaga y (2) la llamada Zona Norte.

Las características particulares de los pobladores de estos asentamientos (i.e., origen, aspiraciones, base de subsistencia), así como su relación con el entorno (v.gr., grado y forma de aprovechamiento) y sus recursos (consuntivos y no consuntivos), la distribución y tipo de propiedad sobre el espacio (público o privado) determinan su beneficio o no a partir de la construcción y operación del ESC.

Así, la restinga de La Boquilla-Marlinda, asentamiento de pescadores, de carácter rural en sus comienzos, y la margen S y SE de la ciénaga también rurales y con poco uso, comienzan a recibir nuevos habitantes a partir de 1950, los cuales aumentan la presión sobre los recursos naturales del litoral y ciénaga (peces, mangles y fauna silvestre) y el espacio mismo.

El incremento de la población, su presión sobre los recursos y el deterioro del entorno se ven favorecidos por la construcción y operación del Anillo Vial y la indiferencia de los estamentos planificadores ante la invasión de las áreas públicas y de amortiguación de la ciénaga (playones y salitrales); el crecimiento mismo de Cartagena hace que la zona de La Boquilla-Marlinda pase a ser periur-

bana y la zona S y SE de la ciénaga a urbana, involucrándose sus habitantes en nuevas formas de economía determinadas por limitaciones en el aprovechamiento de los recursos, se impone el jornaleo y salario por venta de servicios asociados al desarrollo turístico popular como la nueva base económica. Hoy estas zonas cuentan con un entorno deteriorado y con servicios básicos precarios.

Por otra parte, los asentamientos nucleados y rodeados por áreas de propiedad privada poco habitadas y algunas pocas públicas (i.e., marismas al S de Punta Canoas), dan aún el carácter rural a la zona Norte. Pese a las posibilidades de ocupación del amplio espacio, al contrario de lo que sucede en la zonas marginales a la ciénaga de Tesca, el desarrollo previsto y la transformación consecuente en ésta zona, cuentan con la reglamentación y

control por parte de las entidades de planeación del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena.

El entorno y sus recursos son vistos bajo otro punto de vista, en el cual el paisaje como un todo es el principal recurso y cuya potencial explotación provoca la llegada de nuevos propietarios del espacio, el desplazamiento de algunos de los antiguos y el cambio en la dependencia económica de aquellos que se quedan como cuidanderos.

Con el paso del ESC por esta zona, la población actual (original) más que un beneficio sufrirá las incomodidades y molestias propias de las actividades de construcción. A pesar de los desarrollos y transformaciones ejecutados hasta el momento, la actual calidad del ambiente rural-urbano en esta zona puede considerar-

se aún como buena, ante lo cual surgen los temores por parte de la población actual y de los nuevos propietarios ante las posibles consecuencias de la operación del ESC sobre dicha calidad y el paisaje, con la posible reducción o inclusive pérdida del potencial turístico por contaminación de las playas y del área litoral marina en alrededores de la zona de descarga (Punta Canoas-Manzanillo del Mar).

Pese a estos temores, las expectativas por la posibilidad del devenir de un turismo, de alto o bajo nivel, los procesos de transformación y aprovechamiento del espacio proseguirán.

Se presenta a continuación, la dinámica de los procesos socioeconómicos de las zonas descritas, determinada por relaciones entre los principales factores caracterizadores de las mismas, figuras 12 y 13.

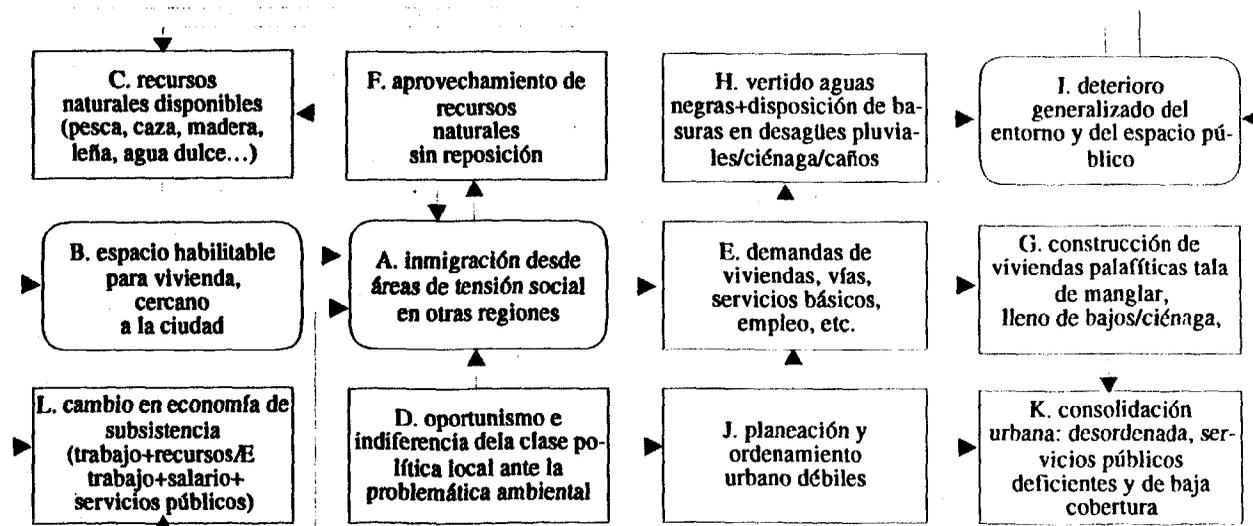


Figura 12. Diagrama de causalidad del proceso de deterioro de las áreas marginales de Cartagena de Indias, inducido por los procesos de poblamiento de la ciudad. Las flechas rojas indican efecto retardante y las verdes estimulante del proceso. No son indicadoras de la magnitud ni de la importancia de los procesos.

### Procesos socioeconómicos en zonas marginales a la ciénaga de Tesca

La figura 12 sintetiza los procesos socioeconómicos administrativos y políticos que han llevado al deterioro del entorno en el sistema ciénaga de Tesca. Los procesos son en gran medida simultáneos cuando se considera la totalidad del área. Sin embargo el ciclo completo puede dividirse en tres estadios: inicio, consolidación y expansión. Áreas particulares dentro del sistema Tesca pueden encontrarse en uno de estos estadios. Los procesos mismos se describen a continuación.

#### Aprovechamiento del espacio y recursos disponibles

El proceso de deterioro del entorno periurbano de Cartagena, como se muestra en la figura 12, se inicia con la inmigración a la ciudad [A] de campesinos desplazados de áreas con tensiones sociales en otras regiones del país, en el decenio de 1950-60 y que aún continúa (tabla 36).

Esta inmigración es estimulada en Cartagena por tres factores así:

- la disponibilidad de espacio público habitable [B] para asentamientos, como son las riberas de los caños, los playones y las márgenes de las ciénagas, en particular la de Tesca.

- la abundancia de recursos naturales aprovechables en las áreas citadas permitió [C] la persistencia de las economías de subsistencia de la población campesina inmigrante, basadas en la relación trabajo-recursos naturales. A finales del siglo pasado en la zona de La Boquilla-Marlinda, se establecieron agricultores y

Tabla 36. Datos poblacionales en zonas marginales ciénaga de Tesca

asentamiento	habitantes	viviendas	hab/vivienda <sup>6</sup>
<b>55 barrios (5 comunas)</b>			
1985 <sup>2</sup>	143,678	23,946	6
1994 <sup>2</sup>	204,323		
1994 <sup>7</sup>	205,108	29,395	7
1995 <sup>1</sup>	205,109	29,395	7
1993 <sup>6</sup>			7
1996 <sup>8</sup>	209,199	33,180	6
<b>La Boquilla</b>			
1980 <sup>4</sup>	3,400		
1985 <sup>3</sup>	5,363		
1990 <sup>4</sup>	6,000		
1998 <sup>6</sup>	8,000		
1996 <sup>8</sup>	7,700		
<b>Marlinda</b>			
1996 <sup>8,9</sup>	2,300		
<b>Tierra Baja</b>			
1996 <sup>3</sup>	750	150	5
1996 <sup>8,9</sup>	650		
<b>Puerto Rey</b>			
1996 <sup>3</sup>	525	100	5
1996 <sup>8,9</sup>	525		
<b>Zapatero</b>			
1996 <sup>8,9</sup>	120		

1 Secretaría de Planeación Distrital, 1995, citado por CIOH-Cardique, 1998.

2 Proyección Ltda, 1996, citado por CIOH-Cardique, 1998.

3 DANE, 1985, citado por CIOH-Cardique, 1998.

4 Haakonning-Carinsa, 1996.

5 Docentes locales, citado por CIOH-Cardique, 1998.

6 CIOH-Cardique, 1998.

7 Cardique, 1994, citado por Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997.

8 Agendas Ambientales, 1996.

9 Departamento de Planeación, 1996.

pescadores que la reconocieron como buen punto de aprovechamiento pesquero y para la permanencia allí, favorecida por la existencia de pozos de agua dulce "casimbas" (Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997).

- la indiferencia de la clase política por la problemática ambiental urbana\* que se manifiesta en la desatención de las áreas públicas objeto de los asentamientos; así mismo el oportunismo electoral de las prácticas políticas predominantes en Cartagena (compadrazgo, clientelismo, corrupción...) estimulan la inmigración [D].

Los barrios de la zona S y SE, levantados en inmediaciones y sobre áreas de manglar de la ciénaga de Tesca, conforman uno de los lugares de pobreza más grandes del país con relación a la ciudad. Se trata en su mayoría de población migrante del área rural, muchos llegados desde otros lugares de la costa por la violencia política que se vive en el área rural de Sucre, Córdoba y Urabá (Sanchez-Páez & Alvarez-León, 1997).

El crecimiento de los barrios en la zona S y SE de Tesca, se dió en forma paralela a las avenidas Pedro de Heredia y Pedro Romero, y sobre el borde de la ciénaga. La ocupación del lecho de ésta comenzó entre 1960 y 1970 sin ningún tipo de control, planificación o intervención de las entidades del estado (Triana y Antorveza, 1974 citado por MOPT & Carinsa, 1994).

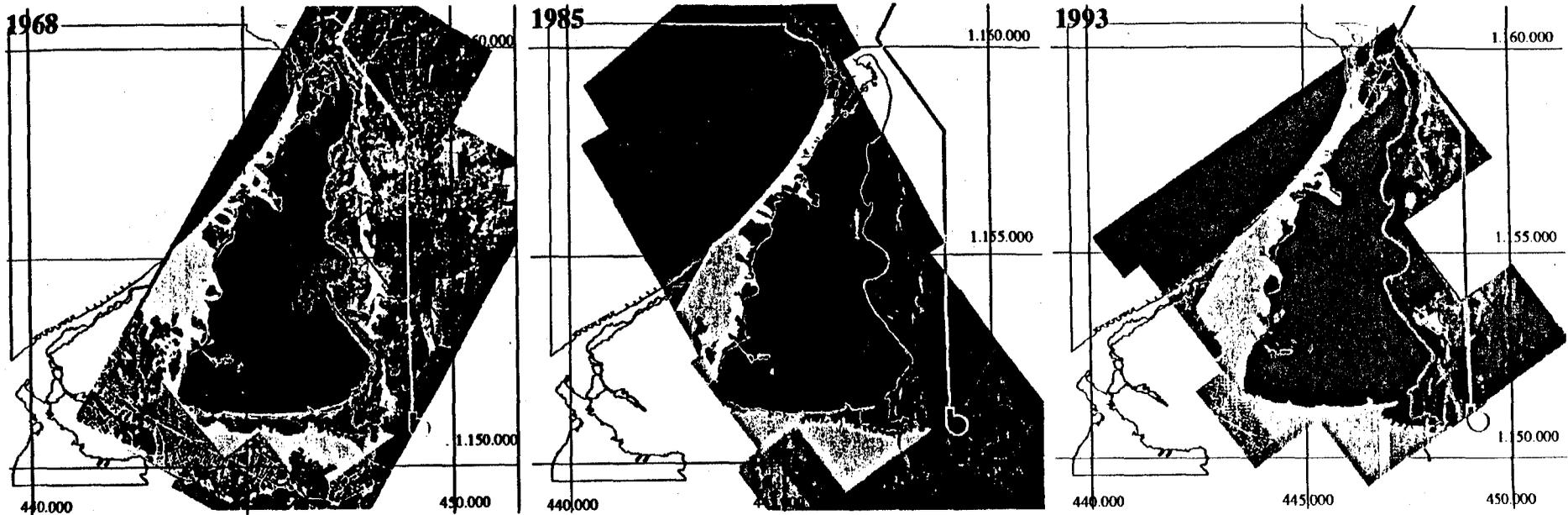
Los nuevos asentamientos ejercen demandas para satisfacer las necesidades básicas de vivienda, salud, empleo, etc. [E] (ver mapa 16 a, b, c), necesidades son exacerbadas por la débil planificación [J],

consecuencia de las críticas condiciones de las entidades encargadas de la gestión ambiental (Ideade, 1997) por el evidente desinterés tanto de los cartageneros como de la clase política y de los entes públicos (Damarena, Planeación Distrital, Secretaría de Educación) frente a la calidad del entorno. También en este contexto, Tierra Verde (1995) informa sobre las incongruencias de la administración municipal, para poner en marcha acciones que mitiguen la contaminación ambiental, con miras a recuperar la bahía, la ciénaga de Tesca y los cuerpos de agua. El Plan de Gestión Ambiental establecido el e1.10.9 no se implementó porque la Secretaría Ambiental de la Alcaldía Mayor aseguró no contar con recursos, pese a que el Ministerio del Medio Ambiente informó que el gobierno nacional y Finde-ter había entregado al Distrito de Cartagena un total de 33 mil millones de pesos, destinados a desorollar obras y acciones ambientales.

La satisfacción de las necesidades de la población inmigrante es suplida por el aprovechamiento indiscriminado [F] de los recursos (v. gr., mangle para cercados, foto 1) e inducen su deterioro [C] y por la construcción de viviendas precarias en terrenos sustraídos a las riberas de ciénagas y caños [G] (mapa 16 a, b, c, foto 2). Cerca del 73% de la viviendas de la zona SE están en mal estado, pisos en tierra, sin servicios y paredes de materiales perecederos (CIOH, 1998).

#### Consolidación urbana lenta y parcial

La demanda por las necesidades básicas de una población creciente y el agotamiento de recursos de los recursos, per-



Mapa 16 a, b, c. Análisis diacrónico del proceso de ocupación de las márgenes de la ciénaga de Tesca. Area comparable 1043 ha. Fotomosaicos de aerofotografías del IGAC, con cartografía de Hazen & Sawyer, 1998.

miten que opere el oportunismo político y de forma lenta y parcial se reconozcan áreas de invasión como barrios con la provisión de servicios públicos [K], así se da la consolidación urbana (tabla 37, foto 3).

carácter caótico y desordenado de esta consolidación conlleva a un deterioro generalizado del espacio urbano y del entorno [I], pero puesto que satisface necesidades básicas, refuerza el ciclo, es un nuevo estímulo del proceso migratorio [A].

#### **Agotamiento de recursos, cambio en la economía y continuidad de la invasión**

Por otra parte, el deterioro del entorno y el espacio público [I] causado por las

prácticas sanitarias locales [H] (foto 4), tienen consecuencias negativas sobre la base de recursos [C] que al inicio del proceso jugó un papel determinante en el estímulo a la inmigración [A]. Este mecanismo de control no logra sin embargo frenar el proceso, puesto que paralela-

mente, la escasez de recursos [C] de una parte y la consolidación urbana [K] de otra, han generado una nueva economía de subsistencia basada ya no en la relación trabajo-recursos, imperante en el decenio 1950-60, sino en la relación trabajo-salario, típica de las áreas urbanas. Es así, como la gente de Tierra Baja y

Puerto Rey van a trabajar a Cartagena como albañiles, vendedores ambulantes o domésticas; en la zona S y SE las actividades económicas son diversas y en un 71% de tipo informal: vendedores, ayudantes, loteros, mecánicos, choferes entre otras (Haskoning-Carinsa, 1996, citado

Tabla 37. Existencia y cobertura de servicios públicos, en las zonas marginales de la ciénaga de Tesca.

Servicios/Asentamientos	Zona Sur oriental	La Boquilla	Puerto Rey	Tierra Baja
Alcantarillado <sup>1</sup>	9 %.	10 %	No existe	No existe
Acueducto <sup>1</sup>	25%	10%	No existe	No existe
Energía <sup>2</sup>	98%	95%	95%	95%
Recolección basuras <sup>1</sup>	No existe	10%	No existe	No existe
Educación <sup>1</sup>	91 centros educativos	1 escuela mixta 1 instituto de bachillerato	1 escuela mixta	1 escuela mixta
Salud <sup>1</sup>	11 CAP*	1 CAP	1 CS**	No existe

\* Centro de Atención Permanente

\*\* Centro de Salud

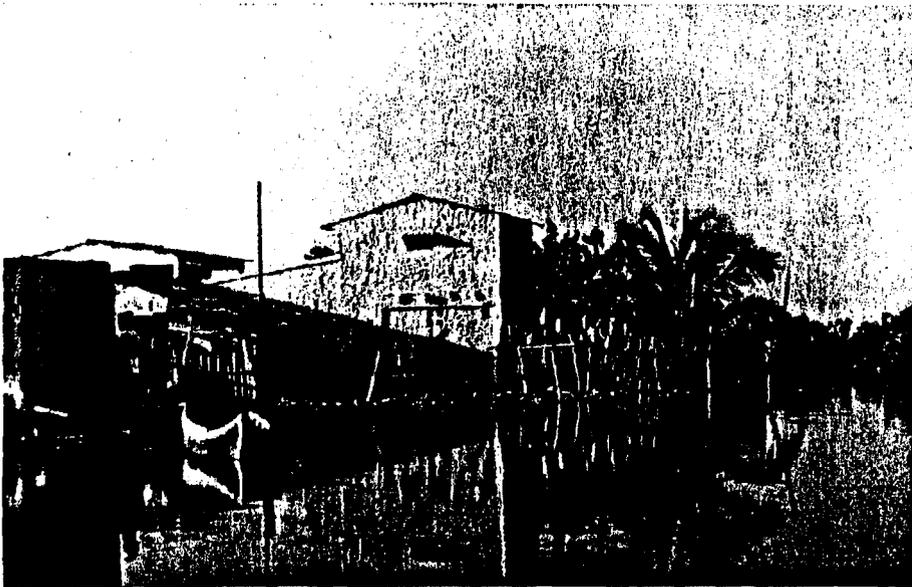


Foto 1. Empleo del mangle para construcción de cercas

foto Neotrópicos



Foto 2. Vivienda dentro del manglar, ciénaga de Tesca

foto Neotrópicos



Foto 3. Implementación de s ervicios públicos en barrios marginales

foto Neotrópicos



Foto 4. Botadero sobre margen N de la ciénaga de Juan Polo

foto Neotrópicos

por CIOH, 1998); algunas de las necesidades básicas antes suplidas por recursos del medio son hoy en día satisfechas por el acceso a los servicios públicos [L].

En el caso de La Boquilla donde se utilizó el mangle como combustible para cocinar y como madera para construcción de viviendas, hoy se considera que la extracción es mínima por la presencia y acceso al gas propano y a los bloques de arena y cemento.

Según los boquilleros la construcción del Anillo vial les cambió la vida, pues, según los pobladores, disminuyó el recurso pesquero y aceleró la tala del manglar y el relleno de la ciénaga, con el fin de adecuar el terreno y venderlo para fines de turismo -negocio de las nuevas generaciones- (Sanchez-Páez & Alvarez-León 1997).

El estado actual es de deterioro avanzado del entorno [I], y consecuentemente de reducción del espacio público habilitable para asentamientos [B], sin embargo, aún a las tasas actuales de inmigración y ocupación, las extensas áreas disponibles permitirían la continuidad del proceso por muchos años.

#### Procesos Socioeconómicos Actuales en la Zona Norte de Cartagena

Los procesos socioeconómicos imperantes en la Zona Norte de Cartagena, área rural de influencia del ESC, se ilustran en la figura 13. En esta zona el proceso es inverso al de la zona urbana (S y SE de la ciénaga de Tesca), es la "invasión" del espacio privado rural y el desplazamiento de la población allí residente por los urbanitas quienes se apropian de tie-

rras habilitadas por las obras de desarrollo recientes: anillo vial /carretera a Barranquilla (1986), vías a Manzanillo y a Punta Canoa (se inician en 1999, El Universal, 1998a), acueducto de Acuanorte (planta inaugurada en noviembre de 1998, El Universal, 1998b), y en cierto sentido el mismo ESC.

#### Disponibilidad de espacio rural y su uso potencial

El punto de partida de estos procesos es la existencia de una amplia área rural, al norte de Cartagena caracterizada por una reducida población principalmente nucleada y congregada en varios pueblitos a lo largo de la línea costera (Manzanillo del Mar, Arroyo de Piedra, Punta

Canoa) o de los arroyos mayores (Veracruz, Bayunca, Arroyo Grande) (tabla 38) y el uso pecuario extensivo, predominante en propiedades grandes. Esta área se extiende desde Marlinda, ex-

tremo N de la ciénaga de Juan Polo hasta Puerto Colombia y desde la línea litoral hasta la carretera de la Cordialidad [A]. La característica común de esta extensa área (4.850 has) es su enorme potencial

Tabla 38. Datos poblacionales de la zona Norte de La ciénaga de Tesca

asentamiento	1985 <sup>1</sup>			1996 <sup>2</sup>	1996 <sup>3</sup>
	habitantes	viviendas	hab/viv	habitantes	
Punta Canoa	406	84	5		700
Arroyo de Piedra	680	103	7		1800 <sup>4</sup>
Arroyo Grande	1,207	245	5		
Manzanillo del Mar				1,200	1,200

<sup>1</sup> DANE, 1985, citado por CIOH-Cardique, 1998.

<sup>2</sup> Agendas Ambientales

<sup>3</sup> Departamento de Planeación, 1996.

<sup>4</sup> Universidad de Cartagena, 1996?

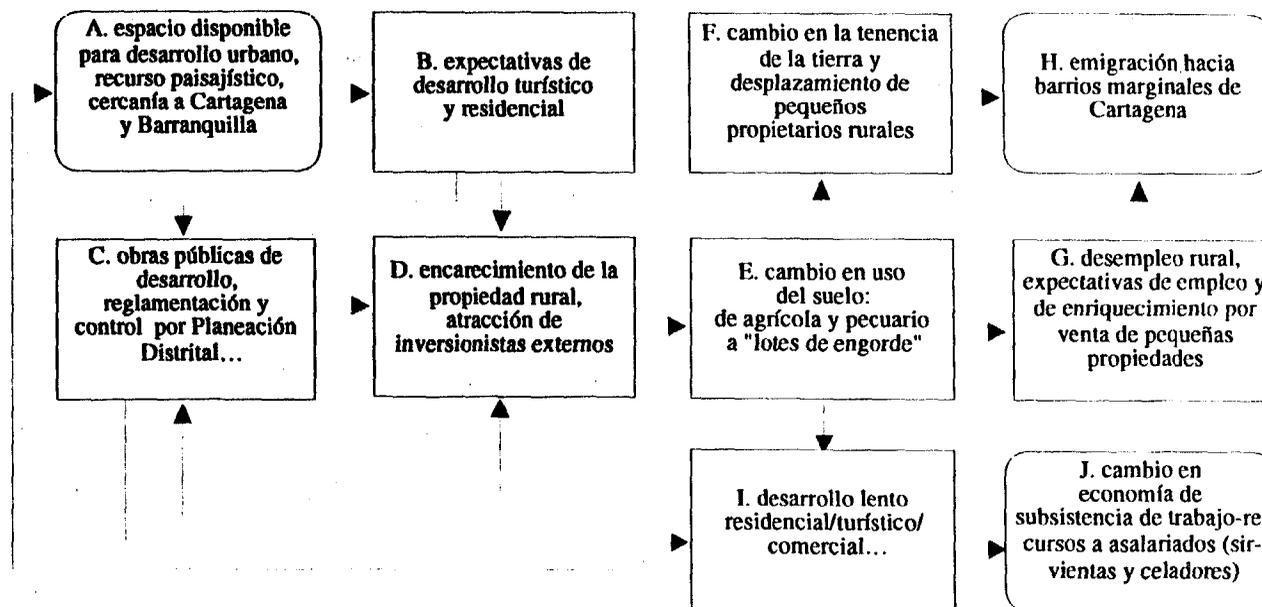


Figura 13. Diagrama de causalidad del proceso de cambio de uso y tenencia del suelo en la Zona Norte de Cartagena de Indias, inducido por los procesos de desarrollo de obras de infraestructura. Las flechas rojas indican efecto retardante y las verdes estimulante del proceso. No son indicadoras de la magnitud ni de la importancia de los procesos.

para desarrollos residenciales de estrato alto y turísticos costosos [B], facilitado por la riqueza del paisaje, la accesibilidad y cercanía a Cartagena y Barranquilla.

El análisis que sigue es en términos generales aplicable a toda el área mencionada, a los procesos en Cartagena corresponden procesos análogos en Barranquilla pero se restringe aquí a la denominada Zona Norte de Cartagena (desde La Boquilla hasta Punta Canoa y desde la línea litoral hasta la Cordialidad), área que coincide con la zona de influencia rural del ESC.

En el decenio 1980-90 las expectativas de desarrollo generadas por el potencial (turístico - económico) de la zona norte, son reconocidas por los entes de planificación y ordenamiento territorial tanto municipales, departamentales, como nacionales, y se destinan recursos financieros para materializarlo [C] de esta época data la construcción del Anillo Vial, desde Crespo hasta Bayunca y la Cordialidad y su articulación con la carretera al mar que conecta a Cartagena con Barranquilla.

### Expectativas y planeación

Las obras y las restricciones impuestas por los entes de planeación a través del Acuerdo 14 de 1989, como guía para definir el uso actual y potencial del suelo en esta zona, traen como consecuencia un aumento en el valor de la propiedad rural, mayor cuanto más cercanos a la vía y a la línea litoral se encuentren los predios.

Aumentos de este tipo se presentan en predios del área de influencia de las vías Anillo Vial-Manzanillo del Mar y Anillo Vial-Punta Canoa, donde los suelos ini-

cialmente declarados para uso ganadero y agrícola, con un valor de \$3'000.000/ha, actualmente son determinados como semiurbanos, por lo cual su costo es ahora por m<sup>2</sup> (Valorización Distrital, citado por El Universal, 1998a)

Paralelamente se incrementa la afluencia de inversionistas externos a la región quienes adquieren directamente o a través de testaferros extensas áreas [D]. El cambio de tenencia generó un cambio paulatino en el uso del suelo [E], las explotaciones agropecuarias extensivas dieron paso a lotes de engorde y a urbanizaciones incipientes, algunos de los cuales no han pasado del loteo del terreno, pues carecen de vías y de infraestructura de servicios, (Ver tabla 39).

Al contrario de los procesos de urbanización de la zona S y SE de la ciénaga de Tesca, referidos en el capítulo anterior, en la Zona Norte la planificación ha sido instrumental en el cambio. Los Acuerdos 14 de 1989 y 14 de 1994, emanados del Concejo Distrital de Cartagena de Indias reglamentaron el uso turístico, residencial de baja densidad e institucional del

Tabla 39. % usos del suelo en la zona norte<sup>2</sup>

Usos	%
Comercio	0,8
Institucional	0,4
Lote	44,9
Recreación	7,4
Residencial	46,0
Industrial	0,4

Adaptado de Hazen and Sawyer, 1998

<sup>2</sup> Los usos del suelo se definieron con base en el acuerdo 14 de 1994. El tamaño de la muestra (474 predios) se definió sobre un total de 928 predios que corresponden a 4.850 ha.

suelo, etc. mucho antes de que dichos desarrollos comenzaran.

### Primeros procesos de cambio

Como consecuencia de los cambios de tenencia de la propiedad rural, del encarecimiento de ésta y de los cambios en el uso del suelo, se genera un desplazamiento de los pequeños propietarios rurales [F] y una desocupación en el campo a la vez que se generan expectativas de empleo y de enriquecimiento por la venta de pequeñas propiedades rurales [G], lo anterior se refleja en las diferencias registradas por Hazen and Sawyer (1998), en los valores del m<sup>2</sup> de terreno. (tabla 40)

En la medida en que el desarrollo urbano de la Zona Norte ocurre [I], estas expectativas se materializan pero ni los empleos ni las ganancias son las esperadas por la población. No obstante ser la zona Norte el polo de desarrollo con implementación actual de una infraestructura, ello no se traduce en mejoramiento de la situación laboral de las poblaciones ubicadas allí (CIOH, 1998).

Los antiguos agricultores y vaqueros se emplean como celadores y sirvientes (mensajeros, jardineros, choferes, empleadas domésticas, etc.) en las propiedades de los nuevos dueños. Al respecto, el CIOH (1998), identificó la recolección de piedra china, la pesca, la agricultura y el

empleo en haciendas como las ocupaciones tradicionales en Manzanillo del Mar, Punta Canoas y Arroyo de Piedra.

Puesto que el desarrollo es todavía muy incipiente [I], los puestos de trabajo permanente son escasos y la población desplazada por los cambios [F] se ve forzada emigrar [H] hacia Cartagena, acrecentando la problemática de las áreas urbanas descrita en el punto anterior. Este sería el vínculo entre los procesos de las dos áreas (marginal a la ciénaga de Tesca y la Zona Norte), pero la población desplazada de la Zona Norte que emigra hacia Cartagena es muy pequeña comparada con la que anualmente llega de otras regiones; de tal manera que los procesos en este caso son prácticamente independientes.

En algunas áreas de la Zona Norte donde el proceso de desarrollo urbano se ha consolidado la población residente original ha sufrido una transformación de sus economías de subsistencia: la anterior dependencia en la explotación de los recursos naturales (suelo agrícola y pecuario, pesca, leñateo, etc.) ha dado lugar a economías de subsistencia basadas en jornales por la venta de servicios [J].

La consolidación urbana ya se ha iniciado en sectores de Manzanillo del Mar, Arroyo Guayepo y los desarrollos de inversionistas privados tales como Promo-

Tabla 40. Valor del m<sup>2</sup> de terreno en la Zona Norte

fuentes	rango de valores (\$) promedio
información de Propietarios	15.000 - 100.000
estudio de Consultor Eduardo Ustari	5.000-52.298
oficina de Avaluo Catastral IGAC	152 - 730

Adaptado de Hazen & Sawyer, 1998.

tora Terranova, Palma Real marina Club, Aleros del Country, Country Club de Cartagena, Cartagena Hipocampus Ressor, Ingestudios y Club Terraza de las Canoas entre otros, (El Universal del 21.11.98).

La consolidación paulatina del desarrollo urbano de la Zona Norte [I] refuerza los procesos iniciales; se requieren obras

complementarias [C] que a su vez incrementan, en un segundo ciclo, [D] los precios de la tierra. Por otra parte, a medida que progresa la transformación del espacio rural a urbano, disminuyen las áreas disponibles para futuros desarrollos, este es el control del proceso que terminará cuando toda el área de la Zona Norte esté transformada [A].

Si bien este momento está aún muy lejos,

se comienzan a sentir los efectos de planes recientes tales como la construcción de un acueducto para la zona por parte de Acuanorte; la rectificación y pavimentación de las vías que del Anillo Vial conducen a Manzanillo del Mar y a Punta Canoa; el suministro compensatorio de agua potable a Punta Canoa por parte de Acuacar y la misma capacidad del ESC que aunque no está previsto, tiene sufi-

ciente capacidad libre para que en un futuro disponga las aguas cloacales de sectores de la Zona Norte.

Estas obras en conjunto viabilizan aún más los desarrollos urbanos futuros, previstos en los instrumentos de planificación mencionados al principio del ciclo.



Foto 5. Areas para ganadería extensiva, Zona Norte

foto Neotrópicos



foto 6. Loteo en marismas al S de los Morros de Punta Canoas

foto Neotrópicos

# **V Evaluación ambiental**

## Evaluación de las implicaciones ambientales del ESC

### Introducción

La evaluación ambiental del ESC que hace parte del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (MAR) está enmarcado dentro de los siguientes condicionantes:

1. El ESC –y el MAR– son en principio proyectos ambientales, cuyos objetivos son el mejoramiento de la calidad del medio ambiente urbano de la ciudad; i.e., el beneficio ambiental derivado de la operación del ESC debe ser mayor que los deterioros que éste cause durante sus fases de construcción y de operación.

2. La oferta ambiental de las áreas urbanas y periurbanas del área de influencia ambiental del ESC es baja; el espacio público, los biotopos circundantes y los recursos en éstos alojados, se encuentran en un estado avanzado de deterioro, en parte causado por la carencia de soluciones adecuadas para el manejo de las aguas residuales de Cartagena, exacerbado por la dinámica demográfica y agravado por la crisis del turismo, su principal actividad económica (ver capítulo IV).

La porción rural del área de influencia ambiental del ESC se encuentra en un proceso rápido de cambio a zona urbana, promovido por los entes de planificación de la ciudad desde 1994; este proceso (y sus consecuencias ambientales y sociales) puede acelerarse a causa del desarrollo del ESC y de otros proyectos de infraestructura en el área.

Tabla 41. Status de conservación de los paisajes y biotopos del área de influencia del ESC (sintetizado del capítulo IV de este estudio)

grandes paisajes	biotopos	status*	causas antrópicas de perturbación
sistema Tesca	espejo de agua	alterado	relleno para viviendas, vertimiento aguas residuales, desvios y represamientos de arroyos, reducción y eliminación de bocanas
	bocana natural actual	alterado	apertura antrópica, cierre de otras bocanas del sistema
	restinga de La Boquilla	deteriorado	establecimiento de hoteles, expansión urbana de La Boquilla, turismo y basuras
	manglares	intervenido-alterado	tala y aterramiento, acumulación de sedimentos, eutrofización
	pantanos	alterado	relleno para viviendas, reducción de agua dulce en verano, colmatación
	arroyos	alterado	desvío y represamiento, reducción de bosques de galería, recepción de agroquímicos y sedimentos
llanura costera	playones salinos o salitrales	alterado-deteriorado	habilitación para viviendas
	franja litoral		
	playas	natural-intervenido	construcciones recientes para turistas
	marismas	intervenido-alterado	obstrucción de drenajes, acumulación de basuras y escombros
	acantilados	natural-intervenido	construcciones recientes para turistas
	llanura per se	intervenido-alterado	ganadería, agricultura de pancoger, desarrollo urbano inicial
área marina costera	serranfas	alterado	construcciones recientes para turistas, leñateo, acumulación de basuras, fragmentación de cobertura vegetal y erosión
	arroyo Guayepo	intervenido-alterado	leñateo, contaminación por agroquímicos
	comunidades neotónicas sestónicas y bentónicas de la plataforma continental	natural-modificado	pesca de altura o industrial; navegación comercial; pesca con dinamita; descargas contaminadas de poblaciones litorales vía La Boquilla y arroyos menores; efecto de penacho de sedimentos del río Magdalena †

\* Clasificación sensu IUCN, 1980 (ver capítulo IV)

† Los sedimentos del penacho de deriva litoral del Magdalena son un componente natural del ecosistema marino litoral; la concentración actual es inferior a las registradas en el pasado geológico, pero puede ser superior a la esperada para las actuales condiciones climáticas como consecuencia de la deforestación en la cuenca del Magdalena, por esta razón se incluye como un factor de perturbación

El status de conservación de los paisajes y biotopos de las área de influencia directa e indirecta del ESC (definidas en el capítulo IV) se sintetiza en la tabla 41.

3. La alternativa 3.2, evaluada en este capítulo es el resultado de una selección multiobjetivo que contempló criterios sociales y ambientales además de los tradicionales criterios técnicos, financieros y económicos (capítulo III).

4. Las áreas geográficas objeto del mejoramiento y los procesos de deterioro actuales no están en su totalidad bajo el control de Acuacar, la entidad propietaria del proyecto MAR (ver capítulo II).

5. Las áreas de influencia directa e indirecta del MAR, están en su totalidad dentro de la jurisdicción de Cardique, aunque en dichas áreas tienen además competencia en materia ambiental otras agencias regionales y nacionales –Ministerio del Medio Ambiente, Damarena, Dimar– (ver capítulo II).

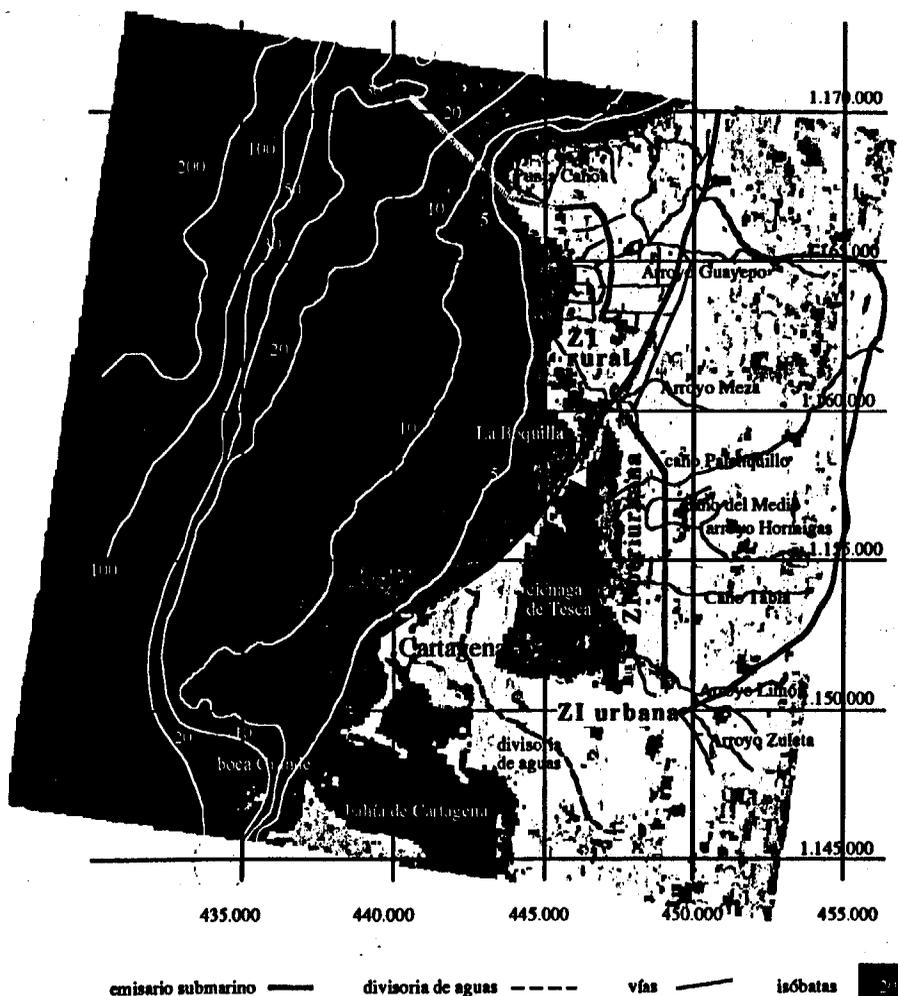
6. El MAR se compone de dos proyectos, cada uno financiado por una entidad diferente; los desarrollos de la cuenca de la bahía de Cartagena (red colectorra de deagües cloacales), financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo y los de la cuenca de la ciénaga de Tesca (ESC y red colectorra de desagües cloacales), fi-

nciados por el Banco Mundial. La evaluación ambiental objeto de este estudio corresponde al ESC, aunque las interacciones con el proyecto de la bahía, con otros proyectos de saneamiento ambiental de la ciudad y de desarrollo en la región de Cartagena (ver capítulo I), son consideradas en la evaluación.

### Identificación de consecuencias ambientales

#### Metodología

El proyecto ESC consiste en la descarga de casi todas las aguas servidas de la ciudad de Cartagena a través de un emisario



Mapa 17. Zonas de influencia ambiental directa (ZI) del emisario submarino\* de Cartagena de Indias. Se distinguen la zona urbana al SE de la margen S de la ciénaga de Tesca, las zonas periurbanas de la restinga de La Boquilla y de la margen E de Tesca y la zona rural al N de Tesca hasta Punta Canoas, esta última incluye el mar Caribe.

\*El emisario de este mapa corresponde a la alternativa 3, con profundidad de descarga hasta 30 m; la ruta terrestre es la 3.2 El proyecto recomendado tiene descarga a 20 m de profundidad.

Cartografía base de Hazen & Sawyer (1998a) sobre imagen Landsat de 05.04.88, bandas verde, roja e infrarroja, procesada para este estudio por cortesía del Dr. Federico I. Isla (Centro de Geología de Costas y del Cuaternario, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina)

submarino de 2.850 m de longitud que descarga en el mar Caribe, frente a Punta Canoas a 20 m de profundidad. El tramo terrestre del emisario parte de la estación de bombeo El Paraíso, al SE de la ciénaga de Tesca y recorre 23,7 km —a lo largo de servidumbres existentes principalmente— hasta empalmar con el tramo submarino.

Desde el punto de vista de la evaluación ambiental el desarrollo del ESC se divide en tres etapas: *diseño* (incluye los estudios adelantados actualmente), *construcción* (se consideran separadamente las obras terrestres y las submarinas) y *operación* (en dos fases: antes del transvase de cuencas y después de éste).

El análisis ambiental parte de la identificación de las interacciones posibles. Estas son contextualizadas geográficamente, i.e., se precisan con la información disponible sobre los escenarios geográficos. Para cada una se desarrolla la posible cadena de causalidad:

acción del proyecto → cambio físico → cambio ecológico → cambio social

Es decir se establece como una acción o proceso del proyecto que en general es un cambio físico, se traduce en un cambio ecológico y éste a su vez en un cambio social. En ocasiones la acción o proceso del proyecto se traduce directamente en una consecuencia social; o la consecuencia ecológica no implica cambios en el contexto antrópico.

El procedimiento para establecer la cadena causal no siempre fue directo, en muchos casos se partió de las consecuencias identificadas por las comunidades consultadas en talleres de participación ciudadana-

na<sup>1</sup> durante la realización del presente estudio. En estos casos la cadena causal fue reconstruida a posteriori.

La evaluación se complementa con la definición de dos atributos de las consecuencias. Por una parte, se establecen los factores modificadores, i.e., procesos actuales que operan en el contexto natural o antrópico del área afectada por la acción del ESC y que atenúan o amplifican la consecuencia identificada. Por otra parte, se definen las posibilidades de manejo de la consecuencia, ya sea mediante modificaciones o adiciones en los diseños o mediante esquemas de mitigación o aún medidas de compensación. Estas posibilidades son la base para el diseño de los programas de manejo ambiental discutidos en detalle en el capítulo VI.

Finalmente, se identifica la información requerida para complementar la evaluación, en cuanto a los factores atenuantes y a los esquemas de manejo. Este aspecto se tiene en cuenta para el diseño del programa de monitoría.

### Zonas de influencia

Desde el punto de vista de su estructura, se distinguen tres tipos de áreas influenciadas por el ESC (ver mapa 17, tomado del capítulo I):

1. Las áreas urbanas y periurbanas, particularmente las comunas 5, 6 y 7 de la margen SE de la ciénaga de Tesca, donde la población residente no tiene una relación de dependencia con los recursos naturales ni con el entorno, sino más bien

<sup>1</sup> El anexo I consigna las actas de esta reunión y sintetiza los resultados de otros eventos de participación ciudadana convocados por Acuarcar.

presenta economías basadas en la relación trabajo-salario.

2. El área periurbana litoral de la barra de La Boquilla, en donde la población presenta una mezcla de economías de subsistencia basadas en la explotación de la pesca litoral y estuarina y aprovechamiento del manglar, junto con economías familiares basadas en la provisión de servicios a un turismo incipiente local y en el trabajo asalariado. En esta área también se localizan desarrollos turísticos de gran escala.

3. Por último las áreas rurales de la planicie costera y del litoral al N de Tesca (Zona Norte), comunidades campesinas tradicionales, en la actualidad en proceso de cambio hacia áreas periurbanas y urbanas, originado por la cercanía a Cartagena desde la construcción del Anillo Vial a mediados del decenio pasado, el rápido cambio del uso del suelo, de explotaciones agropecuarias extensas a desarrollos residenciales, comerciales y turísticos.

Las dos primeras áreas serán beneficiadas por el ESC puesto que los colectores de aguas cloacales, actualmente en construcción, se conectarán al emisario, mientras que la tercera, sólo facilitará las servidumbres para la instalación del tramo terrestre del ESC. Esta dicotomía se refleja en una percepción diferente del proyecto en las tres áreas por parte de pobladores y propietarios y en la ocurrencia de efectos diferenciales.

#### *Áreas excluidas de la zona de influencia*

Cabe recalcar que las obras del ESC no tendrán ningún efecto sobre los tesoros

arquitectónicos y culturales que hacen famosa a Cartagena (declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Unesco en 1985). Todos los frentes de obra son externos y distantes de la ciudad amurallada, de la bahía y otras zonas de gran valor histórico. La extensa revisión de literatura realizada por Hazen & Sawyer (1998a y 1998b) y para este estudio (ver anexo VI) no registra la existencia de yacimientos arqueológicos ni históricos en la traza del emisario<sup>2</sup>.

Por otra parte, como consecuencia de la contracorriente del Darién, con dirección SO-NE, el penacho litoral de sedimentos del Magdalena no alcanza el archipiélago del Rosario (donde se localiza el PNN Corales del Rosario) y tampoco lo harán las muchísimo menores descargas del ESC (ver capítulo IV).

#### **Síntesis de consecuencias**

La tabla 42 (pp. 81-87) presenta las consecuencias previstas del desarrollo del ESC, para cada una de las etapas. En cada página la tabla superior (42a.) es la cadena de causalidad (identificación de causa y consecuencias) y la inferior la calificación de la consecuencia (factores modificadores, posibilidades de manejo e información complementaria requerida). Las consecuencias sociales de la tabla 42a. se identifican con un código utilizado en la tabla 42b.

A continuación se destacan los aspectos sobresalientes de la evaluación.

<sup>2</sup> No obstante, el programa de supervisión ambiental de la construcción (ver capítulo VI) prevé procedimientos para la eventualidad de encontrarse dichos yacimientos.

#### **Generalidades**

1. Se registró un gran número de consecuencias sociales independientes, i.e., no derivadas de cambios físicos ni biológicos, en las tres zonas de influencia.

2. Diferentes acciones o procesos del ESC, en particular durante la etapa de construcción del tramo terrestre generan las mismas consecuencias.

3. También en la etapa de construcción, una misma causa genera múltiples consecuencias y varias causas aparentemente independientes interactúan con el contexto natural y social para desencadenar efectos complejos.

4. Las situaciones anteriores sugieren un manejo normativo de los procesos de construcción que impida o retarde el desarrollo de las cadenas de consecuencias.

5. La deficiencia e inaccesibilidad de información adecuada (series de tiempo, datos confiables, métodos de procesamiento deficientes) sobre el medio físico, biológico y antrópico en las tres zonas de influencia, limitó la calificación de muchas consecuencias, lo cual amplifica las expectativas y temores.

#### **Etapas de diseño**

1. Las exigencias legales de consulta pública y participación ciudadana y el interés cívico por los proyectos de saneamiento ambiental en la ciudad, auspiciado entre otros por la prensa local y las ONGs, han generado en las comunidades una amplia familiarización con el proyecto ESC y sus objetivos. Sin embargo este conocimiento no es necesariamente preciso en cuanto al funciona-

miento del emisario y consecuencias reales. Estos antecedentes han gestado expectativas y temores en la población, diferentes según se trate de la zona rural al N de la ciénaga de Tesca o de las zonas urbanas y periurbanas que la circundan.

2. Los propietarios de la Zona Norte manifiestan temores acentuados por la desvalorización de sus propiedades y pérdida del potencial turístico causado por posible deterioro del medio marino-litoral y por riesgos de fallas en el tramo terrestre. Si bien reconocen la importancia del ESC para Cartagena, rehusan aceptar que sus propiedades se vean comprometidas en el proyecto.

3. Por su parte la población rural manifiesta descontento por la carencia de beneficios y teme períodos prolongados de construcción que interferirán con su cotidianidad y el acceso a recursos.

4. Los altos niveles de desempleo, pobreza y crecimiento demográfico que caracterizan las zonas urbanas y periurbanas de la margen SE de Tesca se traducen en expectativas positivas asociadas a posibles ofertas laborales durante la fase constructiva, a la vez que en temores realistas por el encarecimiento de la propiedad y el desplazamiento forzado, consecuencia de las mejoras urbanas derivadas del emisario que afectarán su bajísima capacidad de pago.

5. Las obras del tramo terrestre y las expectativas de empleo en el proyecto exacerbarán en los procesos de apropiación del espacio público en particular en la margen E de Tesca donde las vías de servicio y acceso requeridas por el ESC habilitarán áreas hoy no urbanizadas y acer-

carán estos asentamientos al casco urbano de Cartagena.

### Etapa de construcción

1. Por el carácter ambiental del proyecto ESC, por el alto grado de deterioro del espacio público, de los biotopos asociados y de los recursos en la zona de influencia urbana y periurbana y por la magnitud relativamente pequeña y lineal de las obras terrestres, la gran mayoría de las consecuencias previstas son poco significativas y transitorias, pero potencialmente de gran importancia para las comunidades afectadas.

2. El trazado en su mayor parte aprovechará las servidumbres de los corredores viales existentes; en otros sectores se deben adquirir nuevas servidumbres de paso, lo cual puede implicar un conflicto con la población residente o propietaria de terrenos ubicados directamente en o en cercanías del corredor que no se beneficiará del emisario, i.e., que no tendrá conexión con él para el manejo de las aguas residuales.

3. Las bajas densidades de la población rural y el carácter nucleado de los asentamientos rurales precluyen la necesidad de programas de reasentamiento de población.

4. Las diferentes actividades del proceso constructivo (movilización de contratistas, excavación de zanjas, tendido de tubería, movilización de maquinaria pesada, restauración de áreas alteradas, desmantelamiento de campamentos y retiro de contratistas, etc.) derivan en molestias e incomodidades a las comunidades por interferencia con su cotidianidad, limitación del acceso a predios, viviendas y re-

ursos terrestres y acuáticos, invasión de la intimidad, aumento de riesgos, etc. Estas son fácilmente evitables, pero con frecuencia es la actitud indiferente y aún negligente de los contratistas, sus empleados y obreros, la principal causa de roces y conflictos.

5. El proceso constructivo en el tramo terrestre ocurrirá en forma rápida en los frentes móviles de la traza del ESC. Tanto en las áreas urbanas y periurbanas como rurales las actividades durarán desde menos de una semana hasta dos o tres semanas en una localidad determinada.

Mientras que en las instalaciones permanentes de los dos tres frentes de obra recomendados por Hazen & Sawyer (1998a): talleres, depósitos de materiales e insumos, campamentos y obradores, las oportunidades de encuentros contratistas-comunidad serán mucho más prolongados y por tanto susceptibles de generar conflictos.

### Etapa de operación

1. En el tramo submarino se prevén perturbaciones transitorias en la etapa constructiva, asociadas a la limitación del acceso a áreas de pesca y la perturbación transitoria de biotopos marinos litorales poco diversos y de bajos niveles de aprovechamiento. La pobreza relativa del frente de turbulencia del Magdalena en Punta Canoas y la existencia de áreas más ricas y accesibles en otras zonas litorales determinan este status.

2. La operación del ESC (descarga del efluente al mar Caribe) no ofrece mayores efectos negativos. Los modelos hidrodinámicos, de dispersión de nutrientes y de mortalidad bacteriana utilizados para

el diseño, demuestran que en conjunto, el sistema de pretratamiento seleccionado, el alineamiento y longitud del difusor, el diseño de los aspersores y la profundidad de la descarga, garantizan una adecuada dilución del efluente y un rápido decaimiento bacteriano a niveles inferiores a los establecidos por las normas de calidad del agua adoptadas como criterio de diseño.

3. Los caminos de acceso quedarán como vías para mantenimiento y circularán la ciénaga de Tesca por su flanco mejor conservado, darán acceso a los relictos de manglares y humedales conexos.

4. La supresión del caudal de aguas servidas a la ciénaga de Tesca, eliminará el único aporte de aguas dulces durante el estiaje, a un sistema que probablemente ha evolucionado bajo la tensión de aguas eutróficas. El mejoramiento global de la calidad del agua puede implicar una nueva fase de ajuste.

5. La descarga puntual y concentrada de aguas residuales a la ciénaga de Tesca, durante el período interino de cinco años previo a la culminación del emisor, amplificará la contaminación en algunas áreas y la disminuirá en otras. Esta situación también ocurrirá durante las contingencias que en la operación del ESC puedan presentarse (por fallas en el sistema de bombeo, tensiones sociales en la zona SE u otras causas). Realmente no se cuenta con un programa adecuado para el manejo de esta situación.

6. El tendido de la tubería a través de áreas de humedales, arroyos y relictos de bosques, elementos vitales para el mantenimiento de la escorrentía que alimenta la ciénaga de Tesca, perturbará estos bioto-

pos y los hará accesibles a una población creciente que puede verse atraída por las obras.

### Recomendaciones particulares

1. A lo largo de la llanura aluvial de la margen E de Tesca el ESC cruzará un gran número de arroyos y cursos menores de carácter estacional, colindantes con los manglares y humedales al O. La colocación del material excavado aguas arriba de la zanja puede generar represamientos y concentración de flujos de la escorrentía difusa; la colocación aguas abajo daría lugar a la inundación de la zanja. Se recomienda colocar el material aguas arriba y que la excavación de la zanja y la colocación de la tubería se realice por tramos de longitud no mayor de 100 m y preferiblemente en el época de estiaje.

2. Sobre la planicie inundable de las dos grandes cuencas, la sección hidráulica de los arroyos se reduce, dando lugar a desbordamientos y a escorrentía superficial difusa por las zonas adyacentes. Esta situación es particularmente importante por cuanto en la construcción del ESC el material de excavación colocado aguas arriba de la zanja puede generar represamientos y concentración de flujos y, así mismo, problemas en las vecindades, en las desembocaduras y en el desarrollo de las obras mismas.

3. El sector de contacto entre el tramo terrestre y el submarino, en la zona litoral, sufriría un impacto estético a la vez que impondría una barrera a las actividades humanas. Esta afectación podría mitigarse mediante un manejo paisajístico del sector (parquización).

4. Durante la operación, la carretera para el mantenimiento del ESC puede sufrir rápido deterioro por la escorrentía difusa si se deja al nivel del terreno, lo que la haría inútil, o producir represamientos o concentración de flujos si se la proyecta sobre un terraplén.

5. Dentro de la planta de bombeo podría añadirse un proceso de clorinación para reducir el contenido de agentes patógenos y mejorar la calidad del agua vertida

por el emisario al fondo del océano.

6. El ESC carece de soluciones para la contingencia de suspensión del bombeo. Esta puede deberse a cortes intempestivos de energía, daños en la estación de bombeo, daños en la tubería o causas imprevistas (por ejemplo, paros sociales). La reparación de una bomba o de la planta eléctrica propia puede tomar varias horas. Pero la reparación de un daño en el

tramo submarino de la tubería puede llegar a requerir varios días o semanas. Una piscina de recolección de efluentes en períodos de emergencia, debería tener una capacidad del orden de un millón de m<sup>3</sup>, para contener el volumen de 5 a 6 días de paralización del bombeo (la capacidad recomendada, 6 horas, parece muy baja). El costo de esta piscina no está contemplado en el presupuesto. Otra alternativa sería aceptar el riesgo asociado a la nece-

sidad de disponer el efluente en la ciénaga (volumen de 230.000 m<sup>3</sup>/día). En estas condiciones, la Bocana complementa el emisario, pues permitirá diluir los efectos negativos de la contingencia. Cuando esto suceda, sería necesario cerrar las compuertas de salida para limitar el flujo contaminado hacia las playas y esperar a una dilución hasta límites admisibles.

Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC, etapa de diseño

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
1. diseño	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apiques de suelos, topografía, batimetrías, mediciones oceanográficas, etc.</li> <li>• estudios ambiental y social</li> <li>• inventarios, avalúos</li> </ul>			a. generación de expectativas y temores: expectativas positivas en sector servido por emisario (empleos temporales, mejoramiento de precios de tierra y propiedades) expectativas negativas y temores en áreas de obras, no servidas por emisario (deterioro de paisaje, pérdida de recursos suelo, pesca, pérdida de valor de la propiedad, etc.) b. invasiones y asentamientos no planificados en corredor de obras por expectativas positivas
	1	adquisición de servidumbres y terrenos			a. disminución del valor de propiedad raíz rural en corredor de obras y en área litoral frente a descarga (consecuencia de riesgos reales o imaginarios causados por emisario) b. aumento de valor de propiedad en áreas servidas por obras

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, etapa de diseño

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación	
1.1a		<ul style="list-style-type: none"> <li>• altos niveles de desempleo urbano y dinámica demográfica acelerada aumentan expectativas positivas</li> <li>• baja calidad de vida urbana en sector SE de Tesca y en La Boquilla aumentan expectativas negativas</li> <li>• oportunismo político en áreas no servidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• publicidad (vallas, cuñas TV, radio, prensa...) + educación ambiental (sensibilización sobre problemas ambientales locales y participación ciudadana)</li> <li>• oficinas (mesas in situ) de información a la comunidad sobre aspectos del desarrollo de ESC</li> <li>• parquización, mejoramiento paisajístico de áreas de obras</li> </ul>		
1.1b		<ul style="list-style-type: none"> <li>• altas tasas de inmigración rural a zona periurbana de Cartagena</li> <li>• oportunismo político propicia asentamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• procedimientos para negociación y adquisición de predios y servidumbres</li> </ul>		

Tabla 42a. Identificación preliminar de consecuencias ambientales de ESC, etapa de construcción obras terrestres

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
2. construcción	2	instalación de contratistas y construcción de obradores (campamentos, talleres, depósitos, etc.) y accesos temporales y permanentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ocupación de espacio (terraplen sobre áreas bajas)</li> <li>• emisión de gases</li> <li>• cambio temporal usos suelo y propiedades físico - químicas</li> <li>• disposición de desechos y contaminantes en cuerpos hídricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación de hábitats terrestres y litorales (remoción de cobertura vegetal, desplazamiento de fauna asociada)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. reducción de potencial turístico de áreas litorales en cercanía de sitios de obra en Punta Canoa</li> <li>b. incomodidades a población local por interferencia con sus labores cotidianas por operación de maquinaria y presencia de personal extraño en espacios públicos y en predios particulares</li> </ul>
	3	descapote y remoción de vegetación de zanja e instalaciones temporales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ocupación de espacio público y privado, aumento de escurrentí a superficial abatimiento del nivel freático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación de hábitats terrestres y litorales</li> <li>• descargas de agua freática a arroyos y ciénaga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• molestias e incomodidades a usuarios de hábitats y recursos terrestres (leña, caza, ramoneo de ganados...) acuáticos (pesca, abrevaderos de ganados...)</li> </ul>
	4	excavación de zanja para tendido (instalación) de tubería construcción de diques provisionales de tierra para desviación de arroyos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inestabilidad de suelos, erosión, socavación, generación de sedimentos hacia arroyos y ciénagas</li> <li>• deterioro de la calidad del agua</li> <li>• interferencia con drenaje, por paso a través de arroyos</li> <li>• alteración del nivel freático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación de hábitats acuáticos</li> <li>• formación de hábitats propicios para insectos vectores y excoriatrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. molestias e incomodidades a usuarios de agua y recursos acuáticos (pesca, abrevaderos de ganados...)</li> <li>b. ruido e interferencia con tránsito vehicular y peatonal</li> <li>c. riesgo de accidentes en especial para población infantil</li> <li>d. conflictos con pobladores cuyas viviendas se encuentren muy cerca a las excavaciones ante un eventual deslizamiento por inestabilidad del suelo.</li> </ul>
	5	depósito temporal de materiales excavados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ocupación de espacio</li> <li>• atarquinamiento de red de drenaje, represamiento de arroyos, formación de pozos</li> <li>• inestabilidad y remoción en masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perturbación de hábitats terrestres y acuáticos</li> <li>• formación de hábitats propicios para insectos vectores y excoriatrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. molestias e incomodidades a usuarios de agua y recursos acuáticos (pesca, abrevaderos de ganados...)</li> <li>b. interferencia con aprovechamiento de suelo (agricultura, pastoreo)</li> <li>c. propagación de virus y/o epidemias favorecida por aguas estancadas</li> </ul>

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, etapa de construcción, obras terrestres

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida	
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación		
2.2a		desconfianza local por experiencias previas con contratistas de Acuacar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• normas para manejo ambiental de construcción (comportamiento obreros, operación maquinaria, señalización, restauración/mejoramiento de paisaje...)</li> <li>• supervisión ambiental de proceso constructivo, con veeduría ciudadana</li> <li>• publicidad (vallas, cuñas TV, radio, prensa...) + educación ambiental (sensibilización sobre problemas ambientales locales y participación ciudadana)</li> <li>• transplantar la vegetación removida a zonas desprotegidas, incentivando así la reforestación en las comunidades.</li> </ul>			
2.2b						
2.3						
2.4a		2.4a-d• inconformismo de pobladores y propietarios de zonas no servidas por ESC: eventuales atrasos en obras, dificultades de acceso, desintegración de ejes articuladores locales 2.4d carencia de espaciopúblico para recreación				
2.4b						
2.4c						
2.4d						
2.5a						
2.5b						
2.5c	resistencia adquirida de población local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deficiencias de salud en población local</li> <li>• prácticas sanitarias actuales</li> </ul>				

Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC, etapa de construcción obras terrestres (continuación)

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
2. construcción	6	tendido de tubería (instalación)	alteración del nivel freático ante posibles filtraciones por deficiencias constructivas en las juntas (unión de tubo)	• interferencia con alimentación de humedales	a. interferencia con tránsito vehicular y peatonal b. riesgo de accidentes en especial para población infantil
	7	relleno de zanja, retiro de material sobrante y restauración de paisaje urbano y rural		• perturbación de hábitats en sitios escogidos como botaderos	a. ruido e interferencia con tránsito vehicular y peatonal b. riesgo de accidentes en especial para población infantil c. expectativas de la comunidad por material sobrante propicio para rellenos y/o creación de nuevos asentamientos e invasiones no planificadas.
	8	demolición de obradores y retiro de escombros	• aprovechamiento de este material para relleno.	• perturbación de hábitats en sitios escogidos como botaderos	d. conflictos con la comunidad por inconformismo ante restauración del paisaje
	9	habilitación acceso permanente y retiro de contratistas	• acceso permanente representa obstáculo para escorrentías superficiales por muy pequeñas que estas sean (no se aprecian estructuras de alivio en informe de H&S).	• pérdida de hábitats terrestres ante una deficiente restauración de paisaje • el área seleccionada por H&S como campamento perdería su condición de zona arborizada anterior, de no ser reforestada.	a. conflictos con población local por incumplimiento de compromisos adquiridos por personal del contratista (pagos por servicios, deudas...) b. inminente ocupación de los costados del corredor permanente favorecida por tener una vía de acceso y una amplia zona al costado de ella (corredor 15-20 mt necesarios para la construcción H&S).

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, etapa de construcción, obras terrestres (continuación)

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida	
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación		
2.6a		<ul style="list-style-type: none"> <li>• mal estado de vías vehiculares, peatonales y de espacios públicos</li> <li>• carencia de áreas para recreación</li> <li>• alta población infantil</li> <li>• carencia de áreas para recreación</li> <li>• demanda de material para relleno por parte de la población residente e inmigrante</li> <li>** demanda de espacios para asentamiento de familias inmigrantes</li> <li>** proliferación de asentamientos subnormales y apropiación de tierras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• normas para manejo ambiental de construcción (comportamiento obreros, operación maquinaria, señalización, restauración/mejoramiento de paisaje...)</li> <li>• supervisión ambiental de proceso constructivo, con veeduría ciudadana</li> <li>• publicidad (vallas, cuñas TV, radio, prensa...) + educación ambiental (sensibilización sobre problemas ambientales locales y participación ciudadana)</li> <li>• Transplantar la vegetación removida a zonas desprotegidas, incentivando así la reforestación en las comunidades.</li> </ul>			
2.6b						
2.7a						estudios de reforestación en la zona oriental de la ciénaga de la Virgen
2.7b						
2.7c						
2.7d						
2.8a						
2.8b						
2.8c						
2.8d						
2.9				• donar instalaciones y campamentos de los constructores a la comunidad para su uso común. (áreas deportivas, escuelas, puestos de salud, etc..)		

Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC, etapa de construcción, obras submarinas

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
2. construcción	10	dragados y excavaciones	resuspensión de sedimentos, turbiedad	perturbación de hábitats marinos bénticos	restricciones a utilización del área de obras para pesca con redes y para navegación
	11	cimentación y tendido de tubería		perturbación de hábitats marinos bénticos y neotónicos	
	pruebas				
	12	de conducciones			
	13	de emisario			

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, etapa de construcción, obras submarinas

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación	
2.10					evaluación de recursos pesqueros y niveles de aprovechamiento en área afectada
2.11					
2.12					
2.13					

Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC, etapa de operación, fase interina

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
3. operación	1	fase interina: descargas a ciénaga de Tesca semejantes a las actuales (difusas) pero concentradas en una sola descarga puntual	vertimientos de aguas cloacales	incremento de niveles de contaminación en área de descarga	exacerbación de problemática actual de contaminación (riesgos de salud, calidad del paisaje, reducción de valor de propiedades...) para pescadores, aserradores, leñadores y residentes periféricos

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, etapa de operación, fase interina

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación	
3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• operación de Bocana</li> <li>• no circula agua hacia sector N de ciénaga La Virgen</li> <li>• propiedades periféricas probablemente no están legalizadas,</li> <li>• mercado de tierras al margen de la ley</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•• demanda de espacios para asentamiento de familias inmigrantes</li> <li>•• proliferación de asentamientos subnormales y apropiación de tierras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• operación de Bocana</li> <li>• mantener en funcionamiento canal de La Boquilla para renovación de agua en sector N y disminuir salinidad en épocas de estío</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• dinámica de aguas subterráneas y sus posibles aportes a ciénagas Tesca y Juan Polo</li> <li>• balance hídrico actual y cambios históricos</li> <li>• aporte de sedimentos a ciénaga, especialmente en sectores S y SO (área cerro La Popa) y E (cuencas de arroyos)</li> <li>• status de salud de población</li> <li>• dinámica de mercado de propiedades actuales</li> </ul>

Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC, etapa de operación, fase definitiva

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
3. operación	2	fase definitiva (transvase de cuencas, descargas al mar Caribe en Punta Canoa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reducción, durante estiaje, de caudal base de agua dulce de ciénaga La Virgen</li> <li>• estrechamiento de rangos de salinidades (valores mínimos más altos que los actuales durante estiaje)</li> <li>• depósito en fondo marino de sustancias químicas tóxicas (metales pesados, biocidas) en sedimentos transportados por emisario</li> <li>• transporte de contaminantes (bacterias, sedimentos) a playas y áreas litorales, desde área de emisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cambios en manglar (tasas de crecimiento, reproducción) y en fauna asociada (composición de spp.) por estrechamiento de rangos de salinidades</li> <li>• disminución de fauna estuarina, reemplazo por especies marinas</li> <li>• pérdida de fauna y flora, especialmente organismos benthicos sésiles, por sedimentación de lodos en área de emisión</li> <li>• bioacumulación de tóxicos (v. gr. en peces, moluscos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. deterioro del paisaje en área de emisión, por olores fétidos, coloración</li> <li>b. restricciones a utilización del área de influencia directa del vertimiento (según extensión del penacho), disminución de actividad pesquera artesanal en área de emisión, por temor a condiciones de tensión (bajo O<sub>2</sub>, turbiedad, menor salinidad, cambios en composición de especies)</li> <li>c. disminución de valor de propiedad raíz rural en corredor de emisario y en área litoral frente a descarga y reducción de potencial turístico de áreas litorales en cercanía de sitios de obra, particularmente en Punta Canoa, consecuencia de riesgos reales o imaginarios causados por emisario</li> </ul>

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, fase definitiva

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación	
3.2a			pretratamiento de aguas cloacales, clorinación en planta de bombeo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• calidad ambiental (aguas marinas, playas...) de áreas turísticas actuales y potenciales</li> </ul>
3.2b		tendencia a la autoconmiseración oportunista de pescadores por concurrencia de factores difusos locales y regionales que han afectado recursos pesqueros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• contaminación orgánica e inerte</li> <li>• sobre-explotación de recurso por aumento de pescadores, por tipos de artes usadas, por intensidad de pesquerías comerciales</li> <li>• deterioro de criaderos naturales de peces por crecimiento urbano y desarrollo de industria camaronesa</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• reeducación de población afectada y reorientación de actividades de pesca y comercialización. Puede prestarse a oportunismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evaluación de recursos pesqueros, factores de cambio y niveles de aprovechamiento efectivos en área afectada</li> <li>• censo de población potencialmente afectada</li> </ul>
3.2c		aprovechamiento no perdurable de manglares (leña, carbón, madera)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• restauración /plan manejo ciénaga de Tesca, integración con área de conservación cerro La Popa</li> <li>• restauración de marismas de zona N cerca a Punta Canoa</li> <li>• parquización de área terminal de emisario terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• status de tenencia de propiedades en áreas de conservación/restauración</li> <li>• dinámica de poblaciones (crecimiento, reproducción, sucesión) de manglar en Tesca y Juan Polo</li> <li>• análisis diacrónico de estructura de manglares y fauna asociada</li> </ul>
3.3		ESC carece de plan adecuado para manejo de contingencia por suspensión de bombeo	•vertimientos a ciénaga de Tesca y operación de Bocana		<ul style="list-style-type: none"> <li>• calidad ambiental (aguas marinas, playas...) de áreas turísticas actuales y potenciales</li> </ul>

Tabla 42a. Identificación de consecuencias ambientales de ESC, etapa de operación, fase definitiva (continuación)

etapa	n°	acción/proceso	consecuencias		
			físicas	bióticas	sociales
3. operación	3	reparación y mantenimiento eventos fortuitos (v.gr., roturas, fugas, obstrucciones) por fatiga de materiales, deficiencias en construcción, eventos naturales (i.e., terremotos, tsunamis, mar de leva, tormentas, etc.)	vertimientos de aguas cloacales	contaminación de aguas y suelos en áreas y hábitats contiguos a zona de contingencia	riesgo de problemas de salud en pobladores cercanos a estaciones y tubería por averías en el sistema e infraestructura
	4	eliminación del vertimiento de aguas residuales en la bahía de Cartagena y la Ciénaga de Tesca	mejora de calidad de aguas en la bahía y en la ciénaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mejora calidad de biotopos acuáticos</li> <li>• posibilita recuperación de poblaciones acuáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. mejoramiento del paisaje y estética</li> <li>b. disminución de riesgos en salud por menor nivel de coliformes</li> <li>c. incremento en el turismo</li> <li>d. aumento de empleo</li> <li>e. valorización de propiedades adyacentes</li> <li>f. aumento de tasas y costos para los usuarios</li> </ul>
	5	descarga de efluente tratado al mar Caribe, mediante emisario a 20 m de profundidad	depósito de sólidos en el fondo del mar: biológicos, 150 ha; 0,5 mm/año. sedimentables, 42 ha; 0,5 mm/año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alteración de la ecología béntica</li> <li>• contaminación esporádica y leve de la playa por coliformes fecales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. aumento de riesgo de problemas en la salud humana</li> <li>b. desvalorización de propiedades cercanas a sitio de disposición final</li> <li>c. generación de empleo</li> <li>d. pérdida de calidad estética</li> </ul>
	6	disposición final de sólidos colectados en planta de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• generación de olores en transporte de material tamizado desde planta hasta relleno sanitario</li> <li>• cambios físico-químicas en suelos</li> <li>• contaminación de acuíferos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proliferación de vectores causantes de problemas en la salud humana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. aumento de riesgo de problemas en la salud humana</li> <li>b. desvalorización de propiedades cercanas a sitio de disposición final</li> <li>c. generación de empleo</li> <li>d. pérdida de calidad estética</li> </ul>

Tabla 42b. Caracterización de consecuencias ambientales de ESC, etapa de operación, fase definitiva (continuación)

código	factores modificadores de las consecuencias		posibilidades de manejo		información complementaria requerida	
	atenuantes	acelerantes	mitigación	compensación		
3.3		ESC carece de plan adecuado para manejo de contingencia por suspensión de bombeo	• vertimientos a ciénaga de Tesca y operación de Bocana		• calidad ambiental (aguas marinas, playas...) de áreas turísticas actuales y potenciales	
3.4a		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuerdo 14/1994 y POT determinan zona residencial/turística de baja densidad en Zona Norte</li> <li>• inversiones actuales y a corto plazo en infraestructura (v. gr., vías, acueductos y capacidad de ESC)</li> </ul>				
3.4b						
3.4c						
3.4d						
3.4e						
3.4f						
3.5a						
3.5b						
3.5c						
3.5d						
3.5e						
3.5f						
3.6a	• baja probabilidad de materiales tóxicos en aguas residuales de Cartagena		<ul style="list-style-type: none"> <li>• adecuado tratamiento sanitario de residuos sólidos</li> <li>• fumugación</li> </ul>	parquización y arborización		
3.6b						
3.6c	• pequeño volumen de sólidos					
3.6d						

# **VI Programas de manejo ambiental**

## Programas para el manejo ambiental del ESC

### Introducción

En el capítulo V (evaluación de consecuencias ambientales del ESC) se presentó una síntesis de los problemas ambientales asociados a la construcción y funcionamiento de las obras del ESC (interacciones sobresalientes entre las obras y el medio ambiente natural y cultural.), en el contexto de otras obras y proyectos de saneamiento ambiental y de desarrollo que se adelantan en Cartagena de Indias. En dicha síntesis se discutieron además las opciones de manejo de las problemáticas particulares, asociadas a diferentes acciones y procesos del desarrollo del ESC. Estas son la base para la estructuración de las recomendaciones de manejo ambiental que constituyen la temática del presente capítulo.

Las recomendaciones buscan —además del objetivo de minimizar las consecuencias de la construcción u operación del ESC— el desarrollo y fortalecimiento de acciones e iniciativas, a cargo de Acuacar o de otras entidades dependientes del Distrito de Cartagena, tendientes al mejoramiento del entorno del emisario. Este aspecto es fundamental, puesto que se ha subrayado que el carácter ambiental de MAR que incluye el ESC (ver capítulos I y III). Sus objetivos pueden malograrse a menos que se obtengan mejoras complementarias en otros componentes del saneamiento básico de Cartagena.

### Las recomendaciones

Las recomendaciones se presentan como programas en un modelo que sintetiza los

siguientes elementos:

- nombre del programa,
- justificación,
- objetivos,
- operatividad (perfil del programa, entidad responsable, entidad ejecutora, supervisión),
- oportunidad de ejecución, duración y
- presupuesto estimado.

El conjunto de programas que se presenta a continuación constituye parte esencial en el manejo de la problemática ambiental de Cartagena, ya que buscan aunar los esfuerzos y asegurar la ejecución de acciones por parte de las distintas entidades locales y regionales, relacionadas con el mejoramiento de las condiciones ambientales de la ciudad.

La operación del ESC per se, resultaría inútil, si no se contemplan elementos que permitan frenar los procesos de deterioro y facilitar la recuperación del entorno.

### Los programas

A continuación se presenta una descripción sintética de los programas recomendados para el manejo ambiental del ESC. Los cinco primeros están a cargo de Acuacar y serán desarrolladas básicamente durante las fases de pre-construcción y construcción.

Los tres siguientes programas estarán a cargo de Damarena y su objetivo primordial es el de amplificar los beneficios ambientales derivados de la operación del ESC.

El programa de suministro de agua potable Zona Norte, recomendado por este estudio, fue incluido como un componente

complementario del crédito para agua potable y saneamiento de Cartagena de Indias, y es sensu stricto, una medida de compensación; el programa será desarrollado por Acuacar.

**Supervisión ambiental de la construcción:** constituido por dos componentes:

- diseño de manual para supervisión ambiental de la construcción
- sistema de verificación del cumplimiento de normas de manejo ambiental del ESC durante la construcción

**Gestión social y comunicaciones del ESC y sus PMA:** Constituido por cuatro componentes:

- campaña de divulgación de normas y procedimientos ambientales de construcción
- campaña de aceptación pública del ESC y su manejo ambiental
- sistema de información y comunicación directa con la comunidad y
- procedimientos para negociación y adquisición de predios y servidumbres

**Operación del sistema de alcantarillado durante fase interina de operación:** para la identifican las alternativas subóptimas disponibles para afrontar dicha fase y la propuesta de realizar una evaluación multiojetivo de las mismas.

**Complementación de información ambiental antecedente y monitoría:** Requerida para la evaluación de consecuencias y para ajuste de otros programas de manejo ambiental.

**Programa de control y manejo de vertimientos industriales al sistema de alcantarillado:** Contempla el requeri-

miento de un inventario de las fuentes de residuos tóxicos y contaminantes, el seguimiento y monitoría de las descargas y sustancias, la evaluación de los resultados, la implementación del control y fomento del autocontrol.

**Restauración, conservación y aprovechamiento perdurable del sistema ciénaga de Tesca:** Para complementar planes, obras y acciones de recuperación del sistema cenagoso

**Educación y sensibilización ambientales:** Dirigidas a comunidades beneficiadas o relacionadas con el ESC, particularmente marginales a la ciénaga de Tesca

**Fortalecimiento institucional:** Para distintas entidades públicas y privadas, locales y regionales, con jurisdicción sobre los distintos sectores del área de influencia del ESC y competencia sobre los componentes ambientales físicos, ecológicos y sociales.

**Suministro de agua potable a poblaciones nucleadas de la Zona Norte:** Sensu stricto no es un programa de manejo ambiental. El Distrito de Cartagena solicitó al Banco Mundial su inclusión como componente del préstamo de suministro de agua potable y saneamiento en negociación. La solicitud fué aceptada.

Las recomendaciones establecen recomendaciones generales dirigidas a las entidades involucradas en el desarrollo del ESC. La relación entre las recomendaciones y las problemáticas ambientales generales y las entidades involucradas se resumen en la tabla 43.

Tabla 43. Síntesis de recomendaciones para el manejo ambiental del ESC

problemática	programa o recomendación	entidades involucradas responsable/participante
<ul style="list-style-type: none"> <li>• complejidad de los PMA del ESC</li> <li>• gran cantidad de información producida</li> </ul>	secretaría externa, independiente de todos los programas, organización y montaje de sistema de información de información ejecución de	Acuacar/ejecutores y contratistas de más programass
<p>la implementación de grandes obras para recuperación de la calidad del agua de la ciénaga (Bocana, ESC) y para frenar expansión urbana (Vía Perimetral) contrastan con el manejo residual inadecuado del ambiente en la periferia de la ciénaga de Tesca-Juan Polo y su cuenca tributaria (arroyos Tabacal, Hormiga, caño Limón, cerro La Popa...):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 invasión del espacio público (espejo de aguas, humedales, riberas de caños...)</li> <li>2 contaminación por residuos de agroquímicos (biocidas, fertilizantes...)</li> <li>3 retención de escorrentía durante temporada de estiaje en la cuenca áferente, hoy suplida por descargas cloacales a ciénaga de Tesca</li> <li>4 explotación sin reposición, de recursos del manglar y ciénaga (leña, madera, pesca, caza...)</li> <li>5 disposición inadecuada de basuras</li> <li>6 descoles de aguas residuales a desagtes pluviales, ciénagas y otros cursos de agua</li> </ol>	<p>restauración, conservación y aprovechamiento perdurable de sistema ciénaga de Tesca-Juan Polo-humedales, para complementar planes y obras de recuperación de sistema ciénaga</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. declaración del complejo cenagoso Tesca-Juan Polo y humedales + cursos tributarios como área protegida (Área de Manejo Especial, Vía Parque...), para viabilizar jurídicamente acciones de control y de manejo</li> <li>2. zonificación (áreas tangibles y restringidas) y articulación operativa (planes conjuntos) de área protegida a Zona de Reserva Ecológica de La Popa</li> <li>3. diseño e implementación de ente administrativo para área protegida: organización/personal/funciones/ actividades/cronograma/presupuesto...</li> <li>4. diseño de plan operativo: actividades en componentes ecológicos y sociales de área protegida: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. fase de restauración</li> <li>b. fase de conservación</li> <li>c. fase de aprovechamiento perdurable</li> <li>d. mecanismos de control y seguimiento</li> <li>e. mecanismos de financiación</li> </ol> </li> <li>6. formulación de recomendaciones para manejo aguas en cuenca tributaria de Tesca-Juan Polo</li> <li>7. preparación de proyectos de manejo para presentar a entidades crediticias y filantrópicas nacionales e internacionales para obtener su financiación (realizada por ente administrativo área protegida)</li> <li>8. implementación del plan operativo (presupuesto no se puede definir en esta fase)</li> </ol>	<p>Damarena Cardique ONGes universidades locales</p>
<p>carencia de conductas ciudadanas adecuadas para el manejo del medio urbano y de la problemática ambiental de las ciénagas, manglares, humedales y cuerpos de agua de la ciudad</p>	<p>educación sensibilización ambientales dirigida a comunidades relacionadas con el ESC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• salud y medio ambiente urbano en Cartagena</li> <li>• mejoras ambientales domiciliarias (basuras, aguas servidas, combustibles, agua potable, huertas caseras, zonas verdes, quemas, animales domésticos...)</li> <li>• aprovechamiento perdurable de recursos estuarinos en Cartagena (peces, crustaceos, moluscos, mangle, vida silvestre, recreación y turismo...)</li> <li>• apropiación ambiental del espacio público (desarrollo de arraigo y territorialidad)</li> </ul>	<p>Damarena comunidades de sectores S, SE, La Boquilla, ZN, Manzanillo y Punta Canoas organizaciones comunitarias ONGes ambientalistas universidades locales</p>
<p>ocurrencia de conflictos ambientales entre el ESC y la población del área de influencia directa durante etapa de construcción de obras de ESC:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• generación de expectativas</li> <li>• alteración de cotidianidad</li> <li>• reducción de accesibilidad a recursos</li> <li>• molestias e incomodidades a la población</li> <li>• desacuerdos en precios de predios y servidumbres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manual para supervisión ambiental de construcción de obras ESC (normas, procedimientos, sistemas de control y seguimiento) e implementación [5 años]</li> <li>• campaña de divulgación de normas ambientales: deberes de Acuacar/contratistas y derechos de comunidades (financiado por publicidad contratistas)</li> <li>• campaña de aceptación pública del ESC y de su programa de manejo ambiental (financiado por publicidad de contratistas)</li> <li>• oficinas in situ de información a la comunidad durante fase de construcción</li> <li>• manual concertado Acuacar-comunidades (con arbitramento de IGAC-catastro) para negociación y adquisición de predios y servidumbres</li> </ul>	<p>Damarena, Acuacar Acuacar contratistas supervisor ambiental organizaciones comunitarias comunidades de sectores S, SE, La Boquilla, ZN, Manzanillo y Punta Canoas</p>

Tabla 43. Síntesis de recomendaciones para el manejo ambiental del ESC (continuación)

problemática	programa o recomendación	entidades involucradas responsable/participante
<ul style="list-style-type: none"> <li>información insuficiente y dispersa, sobre vertimientos de contaminantes tóxicos (gérmenes, metales pesados, compuestos orgánicos...) e inertes persistentes (grasas, aceites, hidrocarburos...) y radioactivos, de diverso origen (pequeña industria, hospitales, procesadores de alimentos...) en sistema de desagües cloacales</li> <li>carencia de instrumentos y mecanismos de manejo y control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>inventario de fuentes potenciales, calificación y cuantificación de vertimientos</li> <li>definición de esquema de monitoría</li> <li>evaluación multiobjetivo (técnica, económica y social) de alternativas de control de acuerdo con normatividad vigente y capacidad institucional local:               <ol style="list-style-type: none"> <li>tarifas y sanciones (propuesta de Cardique)</li> <li>estímulos financieros, crediticios, tributarios, asistencia técnica para autocontrol (enfoque EAAB)</li> <li>servicio de manejo de residuos (enfoque Fundación Mamonal)</li> <li>pretratamiento (propuesta H&amp;S)</li> </ol> </li> </ul>	Acuacar Distrito de Cartagena consultores Cardique Damarena
<p>carencia de información antecedente adecuada sobre el medio ambiente terrestre y acuático, urbano, periurbano y rural que permitan: 1realización de evaluaciones ex post del ESC y de otras obras de manejo ambiental en el entorno y 2efectuar ajustes al programa de manejo ambiental del ESC</p>	<p>observaciones, mediciones, análisis, interpretación y divulgación de resultados en las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ciénaga de Tesca-Juan Polo</li> <li>cuencas aportantes a la ciénaga (E y SE)</li> <li>mar Caribe en alrededores de descarga del ESC • playas entre Arroyo de Piedra y Marbella</li> <li>bahía de Cartagena y caños asociados de los siguientes parámetros y componentes:               <ul style="list-style-type: none"> <li>calidad de aguas y sedimentos (metales pesados, hidrocarburos, agroquímicos, P y N, salinidad, conductividad eléctrica, O2D, DBO, SST, ST, pH, temperatura, turbidez)</li> <li>gérmenes y patógenos en aguas y organismos (coliformes totales/fecales, poliovirus, hepatitis A...)</li> <li>vectores (dípteros y moluscos)</li> <li>status de recursos naturales (manglares, peces, vida silvestre)</li> <li>suelos (agroquímicos)</li> <li>morfodinámica (perfiles de playas) en dos instancias del desarrollo del ESC:                   <ol style="list-style-type: none"> <li>fase pre-operacional (inclusive fase interina) para diagnóstico ambiental antecedente [año 1.]</li> <li>fase operacional, monitoría ambiental para evaluación y ajuste de pronósticos [años 2. a 8.]</li> </ol> </li> </ul> </li> </ul>	Damarena Acuacar institutos de investigación nacionales y regionales universidades
<p>comunidades nucleadas de zona N exigen compensación (quid pro quo):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>no se benefician por operación ESC</li> <li>temores válidos o infundados por consecuencias en operación de ESC</li> </ul>	<p>agua potable a Punta Canoa/Manzanillo del Mar/Tierrabaja/Puerto Rey, desde futuro sistema de Acuacar en zona Norte: 7 km de redes secundarias a sendos tanques de distribución</p>	Acuacar Distrito de Cartagena contratistas
<p>insuficiencia institucional (recursos físicos y humanos) para el desarrollo adecuado de una gestión ambiental asociada a las obras del ESC y a los instrumentos de manejo ambiental recomendados</p>	<p>fortalecimiento de la capacidad de gestión ambiental de las entidades involucradas en la implementación del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (ESC) [5 años]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>seminarios /talleres sobre problemática ambiental de Cartagena (públicos)</li> <li> cursos de capacitación y entrenamiento sobre eco-logía de estuarios y saneamiento urbano (públicos)</li> <li>recursos financieros para equipos, materiales e infraestructura (para entidades públicas)</li> <li>pasantías internacionales en manejo ambiental de emisarios submarinos (para entidades públicas)</li> </ul>	Acuacar Damarena Dimar Cardique CIOH ONGes. Universidades Contratistas y Consultores organizaciones comunitarias

Tabla 44. Cronograma de ejecución de las actividades y los programas de manejo ambiental ESC

actividades para el desarrollo del ESC	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005...
licencia ambiental	█						
estación de bombeo El Paraiso	█						
tubería en tierra	█						
emisario submarino	█						
obras para tratamiento	█						
adquisición de terrenos	█						
<b>programas y componentes de manejo ambiental</b>							
secretaría técnica para manejo ambiental ESC (STMA)		█	█	█	█	█	█
supervisión ambiental de la construcción							
manual de control ambiental de la construcción (incluye entrenamiento)							
supervisión ambiental de la construcción							
<b>gestión social y comunicaciones</b>							
campaña de divulgación de normas ambientales							
campaña para aceptación pública del ESC y sus PMA							
sistema información y comunicación directa con la comunidad							
manual de adquisición de predios y servidumbres							
estudio operación sistema fase interina							
complementación de información antecedente y monitoría							
<b>información básica</b>							
oceanografía (corrientes, mareas, olas, vientos...)							
hidrología (balances ciénaga de Tesca)							
calidad del agua (física, química, bacteriológica) y biología marina y estuarina							
status ecológico de los manglares de Tesca-Juan Polo							
recursos pesqueros y aprovechamiento (zona ESC y ciénaga)							
demografía zonas de influencia							
status de tenencia y dinámica de mercado de propiedad raíz (zonas E, SE y N)							
<b>investigaciones especiales</b>							
acumulación en redes tróficas de contaminantes clases III y IV							
estudio paleolimnológico de Tesca con uso de testigos verticales de sedimentos							
estudio control de vertimientos no domésticos							
restauración/conservación/manejo Tesca							
creación legal del área protegida (solicitud ante Cardique, respuesta)							
conformación de ente administrativo de área protegida en Damarena (plan de acción)							
formulación planes restauración/conservación/aprovechamiento perdurable							
<b>educación y sensibilización ambientales</b>							
<b>fortalecimiento institucional (Damarena)</b>							
diseño/montaje/operación de sistema información ambiental, asociado a STMA							
programa de posgrado en Manejo de Recursos para funcionarios de Damarena							
giras guiadas a ciudades costeras con problemáticas ambientales afines							
agua potable para comunidades rurales ZN*							

█ programa, componente o actividad  
 - línea negra indica actividad de construcción

### Cronograma

Los programas recomendados se presentan graficados por trimestres, durante el período previsto para el desarrollo del ESC, en la tabla 44 (Cronograma de ejecución de las actividades y los programas de manejo ambiental ESC).

El cronograma incluye una síntesis de las actividades generales para el desarrollo del ESC, tomada del *Cronograma para el desarrollo del ESC - Etapa I* que se presenta completa en el capítulo III (proyecto Emisario Submarino de Cartagena de Indias, tabla 9, página 24 de este informe). Esta síntesis incluye las actividades de diseño, revisión, licitación, construcción, la línea negra destaca la actividad de construcción del ESC.

El cronograma presenta los distintos programas, componentes y actividades de las recomendaciones de manejo ambiental distinguiendo acciones intermitentes.

### Síntesis de la información para la implementación de los programas de manejo ambiental del ESC

La tabla 45 presenta en forma sintética los programas, componentes y actividades de las recomendaciones de manejo ambiental, con sus respectivas fechas de iniciación y terminación, duración en meses, entidad encargada de su gerenciamiento modalidad de ejecución y costos.

El costo total estimado para la ejecución de las recomendaciones US\$ 6,3 millones, se compone de la sumatoria de los costos los programas y del presupuesto requerido para la secretaría técnica.

## Estrategia para la implementación de los programas

La estrategia para la ejecución de los programas se plantea mediante la realización de contratos con entidades especializadas en las diferentes temáticas, seleccionadas por concursos de méritos, si estas son privadas (firmas consultoras u ONGes, según el caso) o por contratos interadministrativos, si se trata de entidades de derecho público (universidades estatales o institutos de investigación). Lo anterior no quiere decir que algunos de los programas no puedan ser ejecutados parcial o totalmente por Acuacar o Damarena. En el caso de Acuacar, ésta cuenta con infraestructura, recursos físicos y humanos que le permitirían acometer directamente algunos de los programas, v. gr., monitoría, estudio para control de vertimientos.

El manejo de esta diversidad de programas, temáticas y actividades (oceanografía y negociación deservidumbres p.ej.) las diferencias de magnitud y destino de los recursos (v. gr. monitoría y publicidad) que el conjunto representa, sugieren en principio dos alternativas de manejo: la contratación de una firma que pudiera garantizar su gerenciamiento y manejo técnico –que necesariamente tendría que ser un consorcio internacional– o el manejo directo por parte de Acuacar de los programas relacionados con la construcción y operación del ESC y por parte de Damarena el de los de mejoramiento ambiental complementario. Se optó por esta segunda alternativa que puede representar importantes economías en el desarrollo de los programas y dejar la experiencia y el conocimiento que su manejo directo puede representar. Como parte im-

portante de la estrategia para la implementación de los programas, se plantea la creación de una secretaría técnica para el manejo ambiental del ESC (STMA).

Como mecanismo para apoyar la ejecución, seguimiento y control de los programas de manejo ambiental, se recomienda la contratación por concurso de méritos de una firma consultora ambiental que conforme un equipo de apoyo a la función gerencial de Acuacar para que asuma como tarea fundamental el manejo de la información de origen de todos los programas de manejo ambiental del ESC y el de la que surja en el proceso de implementación de los mismos.

Este equipo de trabajo debe ser independiente de la estructura orgánica de Acuacar y su función principal será llevar una secretaría técnica a través de la implementación de una base de datos y un sistema de información geográfica específicos para el manejo ambiental del ESC.

La puesta en marcha de la STMA debe apoyarse en una asesoría especializada para el montaje de una base de datos integrada a un sistema de información geográfica (SIA-SIG) y el entrenamiento de un equipo de trabajo en el manejo de los programas correspondientes e ingreso de la información básica del ESC (bases de datos y cartografía) proveniente de los estudios ya realizados y de la información generada por los programas de manejo ambiental del ESC.

El equipo de trabajo que conforma la STMA del ESC debe estar dirigido por un profesional en ciencias ambientales (biología, geología, hidrología, edafología...) o sociales (economía, sociología, antropología) con amplia experiencia en

manejo de bases de datos y de SIG, apoyado por un tecnólogo en sistemas, un archivista y un auxiliar de oficina<sup>1</sup>.

La información que reciba la STMA debe ser catalogada, ingresada al SIA-SIG y hacerse disponible en una red interna o en Internet (v. gr., página web de Acuacar) y en medio magnético (CDs, discos magneto-ópticos), de tal manera que sea accesible para consulta permanente por usuarios interesados tales como: las entidades que gerencian los programas (Acuacar y Damarena); autoridades ambientales (Cardique, MinAmbiente, Dimar); entidades que financian los programas (Banco Mundial, Distrito de Cartagena); otras entidades interesadas (Dadis, CIOH...); los contratistas de todos los programas; la prensa y demás medios masivos de comunicación; y finalmente por la ciudadanía en general.

El SIA-SIG disponible en red hace que el gerenciamiento de los programas –a cargo de Acuacar o Damarena según se dijo antes y se puntualiza para cada programa– sea más ágil. No se requieren memos, cartas remisorias, fotocopias de informes, correspondencia, mensajeros, etc. No habrá excusas tales como "esa información se solicitó pero nunca nos fue remitida o no llegó". Por otra parte, le da a los PMA transparencia, al hacer toda la información disponible a todos los interesados.

El SIA-SIG disponible en red no reemplaza el archivo físico, el cual también es consultable, pero obviamente no estará

<sup>1</sup> Tal como se puntualiza en el programa de *fortalecimiento institucional*, el SIA-SIG, inclusive equipos, será transferido a Damarena al finalizar la fase de construcción.

accesible todo el tiempo ni al público en general, sino sólo cuando la consulta a través de Internet o la red interna, no surja los resultados deseados. Es decir una consulta del archivo físico debe ser excepcional y con justificación explícita.

La STMA sólo suministra información sobre la ubicación de información en el archivo (físico o en red) pero no sobre la calidad o interpretación de los datos; esto último corresponde a quien genere la información o dado el caso, a la entidad que gerencie el programa particular. Las consultas y las respuestas deben archivarse en el SIA-SIG. Es conveniente que la STMA no tenga que procesar, sintetizar, e interpretar información, sólo catalogar e ingresar a los archivos (electrónico y físico).

Los términos de referencia de todos los contratos de los diferentes programas deben incluir provisiones para el suministro periódico y oportuno de la información de los PMA, a medida que se vaya generando, a la STMA. Esta provisión es independiente de los requerimientos administrativos contractuales tradicionales (informes aprobados previos a los desembolsos). Dependiendo del tipo de información, se recomienda que ésta sea tabulada, categorizada y georeferenciada para permitir su ingreso al SIA-SIG.

Los informes periódicos y final de la STMA se pueden reducir a una carta corta que indique cuál es la información que ha ingresado al SIA-SIG y en dónde se encuentra.

El costo estimado de la STMA es de US\$ 529.000, distribuidos en costos de asesoría (honorarios y gastos de viaje), personal y equipos.

Tabla 43. Estructura para implementación de programas para el manejo ambiental del ESC

programa/componente	inicia	termina	meses	gerenciamiento	modalidad de ejecución	costo US\$1·10 <sup>3</sup>
<b>secretaría técnica para manejo ambiental ESC(STMA)</b>	04.00	12.04	57	Acuacar	concurso, contrato firma consultora ambiental	529
<b>supervisión ambiental de la construcción</b>				Acuacar		1,064
manual de control ambiental de la construcción (incluye entrenamiento)	07.01	04.02	9	Acuacar	concurso, contrato firma consultora ambiental	165
supervisión ambiental de la construcción	04.02	12.04	33		concurso, contrato firma consultora ambiental	899
<b>gestión social y comunicaciones</b>						1,415
campaña de divulgación de normas ambientales	07.01	12.03	30		asesor+concurso, contrato firma de diseño gráfico	132
campaña para aceptación pública del ESC y sus PMA	07.99	12.02	42	Acuacar	asesor+c concurso, ontrato agencia de publicidad	932
sistema información y comunicación directa con la comunidad	10.01	06.04	33		concurso, contrato firma consultora social	311
manual de adquisición de predios y servidumbres	07.99	10.99	4		concurso, contrato firma consultora catastral	40
<b>estudio operación sistema fase interina</b>	07.99	12.99	6	Acuacar	concurso, contrato firma consultora ingeniería	63
<b>complementación de información antecedente y monitoría</b>						1,582
<b>información básica</b>						1,056
oceanografía (corrientes, mareas, olas, vientos...) <sup>1</sup>	07.99	12.04	66		contrato con CIOH	-
hidrología (balances ciénaga de Tesca)	07.99	12.04	66		contrato con CIOH	163
calidad del agua (física, química, bacteriológica) y biología marina y estuarina	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	561
status ecológico de los manglares de Tesca-Juan Polo	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	144
recursos pesqueros y aprovechamiento (zona ESC y ciénaga)	07.99	12.04	66	Acuacar	contrato con INPA	116
demografía zonas de influencia	07.99	12.04	66		concurso, contrato firma consultora social	50
status de tenencia y dinámica de mercado de propiedad raíz (zonas E, SE y N)	07.99	12.04	66		contrato con Lonja de Propiedad Raiz	20
<b>investigaciones especiales</b>						526
acumulación en redes tróficas de contaminantes clases III y IV	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	289
estudio paleolimnológico de Tesca con uso de testigos verticales de sedimentos	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	237
<b>estudio control de vertimientos no domésticos</b>	07.99	12.99	6	Acuacar	concurso, firma consultora ambiental	570
<b>restauración/conservación/manejo Tesca</b>	08.99	12.05	77		Damarena	643
declaración área de conservación/formulación plan operativo	07.99	07.00	12	Damarena	concurso, contrato ONG ambiental	195
dotación a Damarena para Unidad Administrativa área de conservación	07.00	12.00	6		compras y adquisiciones	448
<b>educación y sensibilización ambientales</b>	08.99	12.04	65	Damarena	concurso, contrato ONG ambiental	898
<b>fortalecimiento Institucional (Damarena)</b>	07.99	12.00	18			224
capacitación	10.99	04.00	6		concurso, contrato con firma consultora SIG/ambiental	139
equipos	01.00	12.01	24	Damarena	contrato con Universidad Nacional, Medellín	45
pasantías	01.02	02.02	1		convenios con municipalidades	40
<b>agua potable para comunidades rurales ZN<sup>2</sup></b>	07.99	12.00	18	Acuacar	licitación, contrato firma constructora	-
<b>Σ</b>						6,987

<sup>1</sup> Este componente no hace parte del programa de monitoría, es parte de los estudios de diseño

<sup>2</sup> Este programa no implica costos para los PMA, es componente del proyecto de agua potable de Acuacar

## Programa de supervisión ambiental de la construcción.

### Justificación

Durante la ejecución de las obras de ESC ocurren alteraciones generalmente transitorias del medio natural (aguas, aire, suelos, vida silvestre...) o cultural (yacimientos arqueológicos, movilidad, infraestructura urbana...) en gran medida consecuencia de las prácticas constructivas y no derivadas de los diseños de obras propiamente.

Con el objetivo de minimizar los daños accidentales o no, asociados a los procesos constructivos se requiere un esquema normativo de supervisión ambiental de la construcción.

Las alteraciones previstas por el desarrollo de las obras serán sobre los componentes físicos y biológicos [con consecuencias sociales] y se presumen de pequeña magnitud, dadas la dispersión de los frentes de obra y la magnitud de las obras. En este tipo de situaciones es aconsejable un manejo normativo de las actividades de construcción, a cargo de los contratistas y con la supervisión del propietario del proyecto o de sus interventores. Este enfoque ha sido aplicado con éxito en obras de mayor magnitud y más complejas, v.gr., hidroeléctricas y debe rendir resultados adecuados en el caso del ESC, en especial si las normas se divulgan entre la comunidad como se recomienda en el Programa de gestión social y comunicaciones del ESC y su primer componente: Campaña de divulgación de normas y procedimientos ambientales de construcción.

Durante la fase constructiva, las consecuen-

cias físicas están relacionadas con la ocupación temporal o permanente del espacio, la emisión de ruido y la producción de materiales contaminantes (inertes y biodegradables) sólidos, líquidos y gaseosos. Estas alteraciones físicas se traducen en consecuencias ecológicas significativas por el contexto de unidad de conservación propuesta en otro aparte de este plan de manejo.

Las consecuencias físicas y ecológicas descritas tienen repercusiones sociales dado el carácter de propiedad privada o el acceso a bienes públicos (los humedales y las ciénagas y sus recursos pesqueros estuarinos) predominantes en el área de influencia de las obras.

Las repercusiones sociales derivadas de la construcción del ESC se originan en tres sentidos:

- El desplazamiento permanente de propietarios y poseedores y la pérdida de suelo aprovechable para labores agropecuarias,
- la reducción temporal de recursos socialmente utilizados (madera, leña, caza...),
- las incomodidades y los riesgos de accidentes por operación de maquinaria y vehículos y utilización de explosivos.

De nuevo, dada la magnitud de las obras, las implicaciones son básicamente puntuales. La figura 16 presenta el proceso de obra para la construcción del ESC y su relación con la supervisión ambiental.

Los efectos transitorios mencionados, asociados a la fase de construcción son prevenibles en gran medida, mediante la aplicación de las normas de control ambiental y mediante la adopción de planes de restauración del paisaje natural o urbano de las

áreas alteradas en el corredor terrestre de las obras

### Objetivos

- Minimizar los daños accidentales o negligentes y riesgos de accidentes asociados a la etapa constructiva,
- Salvaguardar el patrimonio cultural
- Evitar molestias y conflictos con la comunidad,
- Evitar la erosión, la contaminación de suelos y aguas, escapes de combustibles, sustancias nocivas y emisiones difusas de gases y partículas,
- Proteger la fauna silvestre y sus hábitats y restituir las condiciones originales de los sitios utilizados,

Evitar sobrecostos y retrasos en el desarrollo de la obra.

### Operatividad

**Entidad responsable:** Acuacar como dueño del proyecto deberá contratar el equipo de consultores especializados que analicen, ajusten, amplíen e implementen los procedimientos para el control ambiental durante la construcción.

**Entidad ejecutora:** Asesores seleccionados por concurso para la elaboración del manual y contrato de un equipo de trabajo para manejo y aplicación de las normas, procedimientos y recomendaciones para la etapa constructiva del ESC.

**Supervisión:** Acuacar y las autoridades ambientales con competencia en el proyecto.

### Perfil del programa

El programa de supervisión ambiental de la construcción incluye los siguientes componentes:

- Elaboración del manual de supervisión ambiental del ESC
- Aplicación de las normas, procedimientos y recomendaciones al proceso constructivo del ESC, incluidas en el manual

**El manual de normas para la supervisión ambiental:** Como parte de la licitación y los contratos para construcción de las obras, se deberá contemplar normas específicas para el manejo ambiental del proceso constructivo del ESC, de obligatorio cumplimiento y cuyos costos de su aplicación deben ser tenidos en cuenta por los proponentes para cotizar la ejecución de las obras. Así, el contratista deberá implementar un sistema de verificación de la aplicación y cumplimiento de las normas.

Para el diseño y producción del manual de manejo ambiental del ESC se recomienda la conformación de un equipo de trabajo multidisciplinario que incluya profesionales de las áreas de ingeniería, geología, biología, geografía y las ciencias sociales, apoyados por un comunicador o diseñador gráfico,

El grupo conformado deberá profundizar sobre las características técnicas del ESC y el contexto regional físico, biótico y socio cultural. Deberá conocer las normas ambientales desarrolladas para otros proyectos similares y documentar in situ las particularidades del corredor del emisario en tierra y las características de la zona marina.

Tabla 46. Algunas de las normas aplicables a acciones y procesos de la fase constructiva

acción/proceso	consecuencia física identificada	acción de manejo	consecuencia biológica identificada	acción de manejo	impacto social identificado	acción de manejo
excavación zanjas	a. inestabilidad de suelos, erosión, sedimentos hacia arroyos b. interferencia con drenaje natural	Normas 3.1, 3.8, 3.9, 4.2, 4.7, 5.2 Normas 5.2, 5.4	a. perturbación hábitats acuáticos b. formación hábitats insectos vectores y excoriatrices	Norma 3.10, 4.1, 4.2, 4.3, 4.7, 5.2, 5.3, 5.6 Norma 3.3	a. molestias a usuarios de hábitats y recursos b. ruido e interferencia tráfico vehicular c. riesgos de accidentes, especialmente población infantil	Norma 2.2, 3.2, 3.5, 3.6, 3.9, 3.12, 5.4 Norma 2.1, 2.6 Norma 1.4, 1.5, 2.6
depósito temporal de materiales	a. ocupación de espacio b. atarquinamiento red de drenaje	Normas 1.1, 3.1, 3.6, 3.8, 3.9, 3.14 Normas 5.2, 5.4	a. perturbación hábitats acuáticos b. formación hábitats insectos vectores y excoriatrices	Norma 3.10, 4.1, 4.2, 4.3, 4.7, 5.2, 5.3, 5.6 Norma 3.3	a. molestias a usuarios de hábitats y recursos b. interferencia con aprovechamiento de suelo	Norma 2.2, 3.2, 3.5, 3.6, 3.9, 3.12, 5.4 Norma 2.3, 6.2
relleno de zanja, restauración paisaje		Normas 5.1, 5.3 6.2			a. interferencia con tránsito vehicular b. riesgos de accidentes, especialmente población infantil	Norma 2.1, 2.6 Norma 1.4, 1.5, 2.6
dragados y excavaciones	resuspensión de sedimentos, turbiedad interrupción de corrientes marinas y deriva litoral	Norma 5.5	perturbación de hábitats marinos bénticos	Norma 5.6	restricciones a uso del área para pesca y navegación	Norma

El material base para el desarrollo del manual deberá incluir no sólo el contenido en el presente EIA, sino los distintos documentos que se han generado sobre este proyecto, estudios técnicos oceanográficos, geotécnicos, ambientales, etc.

El manual deberá ser compatible con la normatividad colombiana existente, contener el análisis de los problemas específicos que el ESC pudiera generar y las posibles soluciones y medidas correctivas, profusamente ilustradas y de fácil comprensión por parte de los contratistas, interventores y particularmente por los usuarios directos del instrumento, los inspectores ambientales, profesionales, técnicos y obreros de la construcción del emisario. A manera de ejemplo se presenta en la tabla 46 (Algunas normas

aplicables a acciones y procesos de la fase constructiva. El conjunto general de normas se presenta en el anexo correspondiente.

El manual deberá estar disponible con anterioridad suficiente a la iniciación de la etapa constructiva, con el fin de instruir a los inspectores, empleados y obreros e implementar su correcta aplicación.

**Aplicación de la normatividad:** Debe existir entonces una oficina de supervisión ambiental dependiente de la, la cual cubrirá los frentes de obras por medio de inspectores ambientales (planta El Paraíso, tramo en tierra y tramo marino).

Los inspectores ambientales deberán ser tecnológicos con formación en el campo

ambiental (forestales, agropecuarios, ambientales, pesqueros...) interesados en la conservación de la naturaleza, con experiencia en trabajos de campo y con dotes para relacionarse con personal obrero. Deben poseer aptitudes para comunicación verbal y escrita sobre los temas de su trabajo.

Se requiere que los inspectores estén familiarizados con los diseños y el estudio de impacto ambiental de las obras del ESC y conozcan detenidamente el plan de trabajo de los contratistas. Los inspectores ambientales reportará directamente a la dirección supervisión ambiental de la construcción del ESC y esta a su vez reportará a Acuacar a través de la Secretaría técnica de Manejo ambiental. Los resultados y procesos de la supervisión am-

biental se reportarán de acuerdo con los formatos previamente determinados a la secretaría técnica de manejo ambiental, de acuerdo con una programación definida en los términos de la contratación de la supervisión ambiental.

Antes de iniciar trabajos es conveniente que tomen un curso de inducción en campo para familiarizarse con la problemática ambiental de la construcción de las obras civiles y sus soluciones.

Los inspectores ambientales deben llevar un registro minucioso (en un formato que identifique fechas, horas sitios y actividades asociadas) de todos los problemas y las soluciones adoptadas. Se recomienda además llevar un registro fotográfico con sus respectivas explicaciones.

El seguimiento será permanente durante el desarrollo de las obras, desde el enganche de personal y traslado del contratista, hasta el desmantelamiento de campamentos e instalaciones y entrega final de la obra.

Los inspectores informarán semanalmente al coordinador sobre el proceso de la obra y la efectividad de las medidas ambientales adoptadas por el contratista; registrarán todos los eventos de incumplimiento de las normas, las causas, los responsables, su carácter accidental, involuntario o negligente; describirán las acciones remediales o compensatorias adoptadas y evaluará su efectividad; rendirán informes sobre el desarrollo de las actividades a la dirección de manejo, la cual a su vez transmitirá las observaciones pertinentes a los contratistas e interventores.

Los inspectores deberán establecer los correctivos al comportamiento de sus obreros, operarios y empleados para modificar sus procedimientos a fin de ajustarse a la normatividad.

Cuando, por razones prácticas (v. gr., minimizar retrasos inconvenientes o reducir sobrecostos excesivos) o por dificultades técnicas (v. gr., carencia de espacios o condiciones adecuadas) puede ser aconsejable modificar la manera de dar cumplimiento a una norma, la decisión será tomada por el director de la supervisión ambiental conjuntamente con el jefe de obra del contratista y en ningún caso unilateralmente por el contratista.

En casos de dudas sobre procedimientos, el director de obra debe solicitar al director de supervisión ambiental la excep-

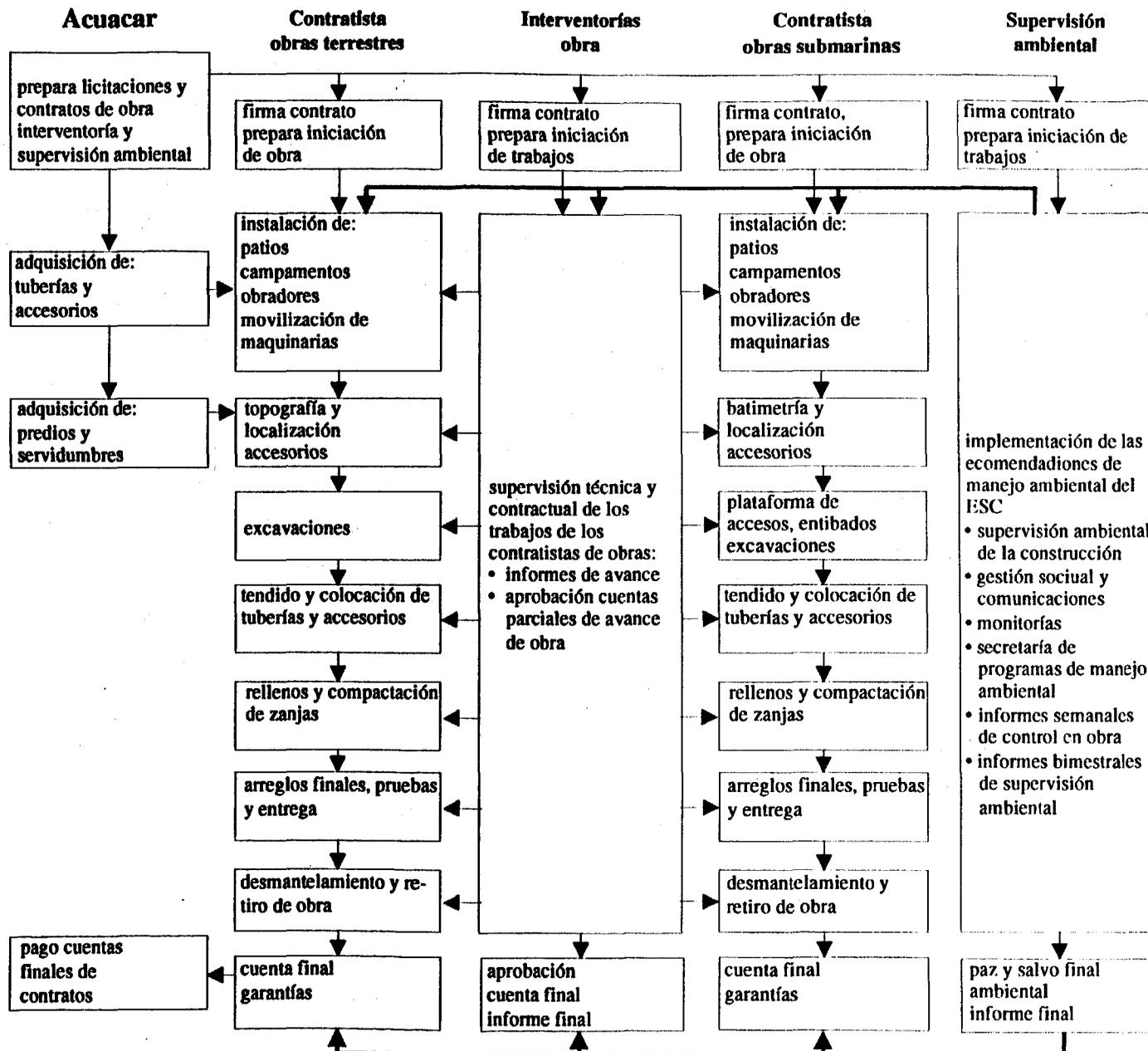


Figura 16. Proceso de obra para construcción de emisario en tierra

ción o cambios y éste evaluar la solicitud y recomendar las correcciones y ajustes del caso y de ser necesario, consultar sobre la idoneidad de su recomendación con el director de supervisión ambiental.

Los pagos parciales o finales al contratista, la evaluación de los avances o terminación de obra, requieren del visto bueno escrito de la supervisión ambiental. En este visto bueno debe constar la certificación del cumplimiento adecuado de las normas o de la implementación de las medidas compensatorias o remediales recomendadas por ésta.

Semanalmente se programará una reunión, con el objeto de controlar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental

por parte del Contratista. Asistirán el director de obra del contratista, el residente de la interventoría y los coordinadores de manejo ambiental. Allí se leerán los informes de los inspectores ambientales y se dará solución a los problemas presentados en los aspectos ambientales y sociales.

#### **Oportunidad y duración**

Este programa se iniciará con la contratación del grupo interdisciplinario que conformará la dirección de manejo ambiental del ESC, proceso que se iniciará el primer trimestre del año 2001.

El desarrollo del proceso constructivo y su control tendrá una duración total de 48

meses, entre el primer trimestre del 2001 y finales del 2004.

#### **Presupuesto estimado**

Los costos para la implementación de del programa de supervisión ambiental de la construcción se presentan discriminados en el Anexo de costos.

El valor global se sintetiza así:

**Diseño y producción del manual** de supervisión ambiental con un valor estimado de:

US\$165.000

Que incluyen personal, gastos de viaje y

la edición e impresión 1000 ejemplares del manual.

**La supervisión ambiental** y aplicación de la normatividad, que podrá ser contratada por concurso de méritos, con una firma especializada, por un estimado de:

US\$899.000

que incluyen personal, transporte, equipos e insumos.

## Gestión social y comunicaciones

De acuerdo con los resultados de los estudios de factibilidad y del presente eia, las interacciones sociales derivadas del ESC en la fase constructiva, interfieren con la cotidianidad de las comunidades asentadas a lo largo del corredor del ESC, crea conflictos de intereses (v. gr., por el valor de las servidumbres y tierras), genera temores (reales o infundados pero igualmente válidos) sobre deterioro temporal o permanente del medio y sus recursos y expectativas de oportunidades de mejoramiento de ingresos (tales como empleos, venta de servicios y bienes, etc.).

La situación de conflicto es particularmente crítica en las zona urbana en la traza del ESC (margen SE de la ciénaga de Tesca), habitada por una población inmigrante de estratos 1 y 2, con altos niveles de desempleo y con grandes deficiencias en servicios básicos, características que la constituyen en el objetivo de grupos políticos y ONGs con intereses en la captación de adeptos para causas sociales y ambientales que aprovechan intersticios de la legislación vigente y que fácilmente conducen al surgimiento de grupos que se presentan como damnificados, con poder para entorpecer obras de desarrollo e incluso obras de saneamiento ambiental como el ESC en este caso, con argumentos de aparente interés político, social e incluso ambiental.

### Objetivos generales

Los objetivos generales de las recomendaciones para la gestión Social y las comunicaciones del ESC son:

- Propiciar sentido de pertenencia e

identidad de las comunidades y la ciudadanía en general con el ESC y en particular con las normas del plan de manejo ambiental.

- Facilitar la viabilidad social del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (ESC)
- Minimizar y prevenir los potenciales conflictos sociales particularmente los resultantes del proceso de construcción de la obra
- Interactuar con los miembros de la comunidad para el logro de las mejores relaciones instituciones - comunidades, en acciones puntuales como el avalúo y negociación de predios y servidumbres.

### Componentes de la Gestión Social y Comunicaciones del ESC

- **Campaña para aceptación pública del ESC y su PMA:** contrato con una agencia de publicidad especializada en el manejo de medios masivos de comunicación.
- **Campaña de divulgación de las normas** establecidas en este estudio para su manejo ambiental: contrato con una oficina de diseño gráfico y producción editorial.
- **Sistema de información y comunicación directa con la comunidad** del área de influencia inmediata del ESC: implementación a través de un grupo de trabajo en oficinas de atención directa a los habitantes del área de influencia ESC.
- **Procedimientos para la nego-**

**ciación y adquisición de predios y servidumbres** requeridos para la realización del ESC : implementación a partir de un manual de negociación de predios y servidumbres, concertado entre Acuacar y las Comunidades (con arbitramento del IGAC y Catastro)

### Campaña para aceptación pública del ESC y sus PMA

#### Justificación

Toda la legislación existente, los estudios más concienzudos, las más exhaustivas investigaciones y todas las normas que de estos puedan surgir no tienen la posibilidad de ofrecer algún resultado sin ser conocidos por el universo de actores de este tipo de proyectos de interés social.

La población en general de la ciudad de Cartagena a corto plazo se verá beneficiada por el ESC pero sólo la comprensión del proyecto evidenciará este beneficio en la etapa de construcción. El respaldo, demostrado en un cambio de actitud frente a lo ambiental, por parte de la población de Cartagena, resulta esencial para facilitar el proceso constructivo del ESC

Los medios masivos de comunicación están al alcance de la totalidad de la población de la ciudad y resultan el mecanismo más expedito para comunicar los beneficios del ESC y su PMA.

#### Objetivos

- Mostrar la importancia del ESC y a partir de esto enfatizar en que la actitud positiva de la población Cartagenera frente al proyecto es fundamental

para la protección y conservación del medio ambiente.

- Propiciar sentido de pertenencia e identidad con el ESC por parte la ciudadanía de Cartagena y sus visitantes recurrentes, con énfasis en el plan de manejo ambiental.
- Divulgar los distintos programas que hacen parte de las recomendaciones de manejo ambiental del ESC y sus beneficios para el mejoramiento del las condiciones del medio ambiente en la ciudad y su entorno.

#### Operatividad

**Entidad responsable:** La campaña estará a cargo de Acuacar quien debe contratar un asesor experto en comunicaciones masivas, quien desarrollará en conjunto con Acuacar las las siguientes funciones

- definir los los objetivos de comunicación de la campaña y precisar su población objetivo
- preparar los términos de referencia para la realización de un concurso de méritos para la selección de una agencia de publicidad que desarrolle la campaña y maneje el presupuesto de medios.
- realizar la preselección de agencias publicitarias que participen en le concurso de méritos
- evaluar las propuestas de campaña presentadas para seleccionar el ganador del concurso de méritos
- proponer ajustes a la campaña seleccionada en cuanto a sus contenidos y propuesta de medios
- determinar los mecanismos de control y seguimiento para el desarrollo de la campaña

**Entidad Ejecutora:** Su ejecución se encargará a la empresa especializada en medios masivos de publicidad seleccionada por concurso de méritos a partir de presentaciones de campaña y planes de medios, que desarrollará el diseño (definición del perfil de la población objetivo, los objetivos de comunicación y los mensajes a transmitir) y ejecutará el manejo de la pauta publicitaria correspondiente (identificación de los medios más apropiados y la negociación de los espacios publicitarios requeridos).

**Supervisión:** Acuacar supervisará los resultados de la campaña por medio de sondeos de opinión que permitan obtener indicadores de respuesta de la comunidad a los mensajes de la campaña.

#### Perfil de la campaña

La campaña debe contener elementos argumentales, emotivos e incluso dramáticos en la concepción de los mensajes a comunicar.

El cubrimiento de la campaña debe ir a la totalidad de la población cartagenera incluyendo a los visitantes recurrentes que hacen parte de la población recurrente de turistas de la ciudad.

Una síntesis de la campaña se presenta en la tabla 47 a manera de ejemplo la identificación de población objetivo, objetivos de comunicación, utilización de medios, piezas publicitaria, elementos para el contenido de los mensajes y oportunidad para su emisión. Esta síntesis se plantea como una base para la elaboración de términos de referencia, los cuales deben ser desarrollados por el asesor propuesto e interpretados por las agencias que participen en el concurso.

Tabla 47. Elementos para la campaña de aceptación pública del ESC y su PMA

público objetivo	objetivos de comunicación	medios	instrumentos	contenidos	oportunidad
población general de Cartagena: todos los habitantes de la ciudad, incluidos los turistas recurrentes	la totalidad de la población de Cartagena se beneficiará con el ESC, y programas de manejo ambiental que producirán el rescate de medio ambiente natural de la zona y en particular de la ciénaga de Tesca	prensa: periódico local	separata en periódico local El Universal	problemas actuales de saneamiento ambiental de Cartagena • vertimientos en ciénaga, caños y el mar, problemas de basuras • instalaciones de alcantarillado y del ESC como solución • presentación de características técnicas y funcionales de ESC	antes de la iniciación de la obra (expectativa)
			avisos de prensa de publicación semanal	presentación del ESC como solución a problemas ambientales • características del proyecto y PMA • rescate de la ciénaga de Tesca	etapa de iniciación de la obra
		televisión: canal regional Tele-Caribe	entrevistas a Acuacar en programas ambientales†	presentación de los problemas ambientales de Cartagena • vertimientos en ciénaga, caños y el mar, basuras • alcantarillado presentación del ESC como solución • ventajas del programa de saneamiento	iniciación de la obra como presentación del proyecto
			cuña de televisión de 20" diaria en programa familiar	presentación del ESC como solución a los problemas • características del proyecto y situación de desarrollo de obra • ventajas del programa de saneamiento y el ESC	durante el desarrollo de la obra
		radio: emisora local	cuña de radio 30" diaria en noticieros	presentación del ESC como solución a los problemas • características del proyecto y situación de desarrollo la obra • ventajas del programa de saneamiento	permanentes durante el desarrollo del ESC
			publicidad exterior	vallás de formato grande en frentes de obra	presentación del emisario submarino, ilustración técnica • características del proyecto (datos técnicos, duración y costos) • ventajas del programa de saneamiento
		impresos		señalización externa señales de formato mediano	identificación de puntos claves del proyecto • sitio de estación de bombeo • ruta de construcción de emisario • punto de iniciación de emisario submarino
			obsequios	folleto tamaño 1/2 carta	presentación del emisario submarino, ilustración técnica • características del proyecto (datos técnicos) • ventajas del programa de saneamiento
		afiches de 1/2 pliego distribución oficinas públicas		presentación del emisario submarino, ilustración técnica • características del proyecto (datos técnicos) • ventajas del programa de saneamiento	permanentes durante desarrollo de la obra
		botones, calcomanías	presentación del emisario submarino • elementos con la identidad visual del ESC	etapa de iniciación obra	

#### Oportunidad y duración

La campaña Campaña de aceptación pública del ESC y su PMA debe iniciarse en la etapa previa a la iniciación de la obra (expectativa), con énfasis en la etapa de iniciación de la obra (lanzamiento) y durante los 30 meses previstos para construcción del ESC (mantenimiento).

#### Presupuesto estimado

El presupuesto estimado para la realización de la campaña es de:

US\$ 932.000

Distribuidos en una asesoría en comunicaciones y medios y el presupuesto para la pauta publicitaria, ver anexo de costos.

### Campaña de divulgación de las normas de protección ambiental del ESC

#### Justificación

De acuerdo con los resultados de los estudios de factibilidad y del presente eia, las interacciones sociales derivadas del ESC en la fase constructiva, interfieren con la cotidianidad de los pobladores asentados a lo largo del corredor de la obra y crea conflictos de intereses entre el proyecto y la comunidad.

La posibilidad de conflicto es particularmente crítica en las zona urbana de la traza del ESC (margen SE de la ciénaga de Tesca), habitada por una población inmigrante pobre, estratos 1 y 2, con altos niveles de desempleo y con grandes deficiencias en servicios básicos.

#### Objetivos

- Facilitar la viabilidad social del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (ESC)
- Divulgar los *deberes* de los constructores del ESC al personal directamente involucrado en el proceso constructivo: obreros, capataces, técnicos y profesionales de la obra
- Dar a conocer los *derechos* de los habitantes de las comunidades directamente relacionadas y posiblemente afectadas por el proceso constructivo del ESC
- Minimizar y prevenir los potenciales conflictos sociales, particularmente los resultantes del proceso de construcción de la obra

Tabla 48. Elementos para la campaña de divulgación de las normas del plan de manejo ambiental (ESC)

público objetivo	objetivos de comunicación	medio	instrumentos	contenidos	oportunidad
población particular habitantes de la zona influencia directa del ESC y trabajadores del proyecto	Importancia del cambio de actitud frente a los problemas ambientales y cumplimiento de las normas de manejo ambiental del ESC para el rescate de la ciénaga de La Virgen y el mejoramiento de la calidad de vida en Cartagena	audiovisual VHS	video 15' presentación a la comunidad	Presentación de los problemas ambientales de Cartagena <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertimientos en caños, mar, ciénaga de Tesca</li> <li>• problemas de basuras y manejo de residuos sólidos</li> <li>• problemas en el sistema actual de alcantarillado</li> </ul>	antes de la iniciación de labores en la obra
			video 15 minutos presentación al personal obrero	presentación del del emisario submarino su proceso constructivo <ul style="list-style-type: none"> <li>• obras a desarrollar y sistema constructivo</li> <li>• medidas de mitigación y compensación</li> <li>• presentación general de las normas de manejo ambiental</li> </ul>	antes de la iniciación de labores en la obra
			video 15 minutos presentación a la comunidad	presentación de problemas ambientales y manejo de basuras <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertimientos en ciénagas, caños y el mar</li> <li>• problemas de contaminación de aguas residuales</li> <li>• importancia del manejo de basuras (disposición, clasificación..)</li> </ul>	durante el proceso de construcción de la obra
		carteleras	inforación mural de las normas	presentación de normas específicas de manejo ambiental ESC <ul style="list-style-type: none"> <li>• normas básicas del plan de manejo ambiental de construcción</li> <li>• reglamento interno de trabajo</li> </ul>	durante el desarrollo del ESC
			inforación mural variable	presentación de programas específicos del ESC <ul style="list-style-type: none"> <li>• oferta de empleo, negociación de predios y servidumbres</li> <li>• avances en programas de manejo ambiental</li> </ul>	durante el desarrollo del ESC
		vallas	vallas de formato medio en puntos críticos	presentación de problemas de la obra <ul style="list-style-type: none"> <li>• normas de manejo y protección de cuerpos de agua...</li> <li>• normas de manejo de materiales y equipos...</li> </ul>	permanentes durante el tiempo desarrollo del ESC
		señalización	señales externas de formato pequeño	identificación de puntos críticos con problemas ambientales <ul style="list-style-type: none"> <li>• cruces de cauces, quebradas y caños</li> <li>• puntos de parqueo, mantenimiento y operación de maquinaria</li> <li>• campamentos, zonas de depósito y manejo de materiales</li> </ul>	permanentes durante el tiempo desarrollo de la obra
			señales internas de pequeño formato	identificación de puntos críticos en oficinas, depósitos <ul style="list-style-type: none"> <li>• servicios sanitarios, oficinas, depósitos, campamentos</li> <li>• señales de peligro de alto voltaje, inflamables o contaminantes</li> <li>• señales preventivas de usos de equipos, materiales y accesorios</li> </ul>	permanentes durante el tiempo desarrollo de la obra
		impresos	folleto ilustrado a color	presentación del plan de manejo ambiental etapa constructiva <ul style="list-style-type: none"> <li>• características del proyecto y en su desarrollo(datos técnicos)</li> <li>• normas de protección ambiental del proceso constructiv</li> </ul>	iniciación de la obra
			plegable ilustrado a color	presentación sintética del plan de manejo ambiental <ul style="list-style-type: none"> <li>• características generales del del proyecto</li> <li>• normas de protección ambiental del proceso constructivo</li> </ul>	iniciación de la obra
			afiches 1/2 pliego oficinas y campamentos	presentación del emisario submarino, ilustración técnica <ul style="list-style-type: none"> <li>• características del proyecto (datos técnicos)</li> <li>• normas de protección ambiental en el proceso constructivo</li> </ul>	tiempo de desarrollo de la obra
			cartilla ilustrada a color	principios básicos de educación ambiental <ul style="list-style-type: none"> <li>• conservación, restauración, descontaminación, saneamiento...</li> </ul>	durante el desarrollo ESC
			revista trimestral ilustrada a color	presentación noticiosa sobre los avances del ESC <ul style="list-style-type: none"> <li>• aspectos positivos del desarrollo de la obra</li> <li>• problemas particulares con la comunidad y sus soluciones</li> </ul>	durante el desarrollo ESC
obsequios	camisetas, útiles escolares, gorras	elementos utilitarios identificados con la imagen gráfica del ESC distribución entre los pobladores área de influencia inmediata	durante el desarrollo ESC		

**Operatividad**

**Entidad responsable:** La campaña estará a cargo de Acuacar quien debe contratar un asesor experto en comunicaciones masivas, que podrá ser el mismo recomendado para asesorar el desarrollo de la campaña de institucional de divulgación, quien tendrá las siguientes funciones:

- definir los los objetivos de comunicación y precisar las características de la población objetivo de la campaña
- preparar los términos de referencia para la realización de un concurso de méritos para la selección de una oficina de diseño gráfico que desarrolle la campaña y maneje el presupuesto de producción
- realizar la preselección de oficinas de diseño que participen en le concurso de méritos
- participar con Acuacar en la selección de la firma que se encargue del diseño final y producción del material de la campaña.

**Entidad ejecutora:** Empresa especializada en diseño gráfico y publicaciones, seleccionada por concurso, que desarrollará el diseño (presentación de los contenidos) y realizará la producción (impresión, instalación) del material. La distribución del material impreso estará a cargo del grupo de auxiliares del sistema de información directa con la comunidad.

**Supervisión:** Acuacar supervisará los resultados de la campaña, a través de su utilización en el componente de información directa con la comunidad, que describe más adelante.

**Perfil de la campaña:**

La campaña debe presentar elementos didácticos, ilustrativos sencillos que permitan comunicar los deberes de los constructores y los derechos de la comunidad de la zona de influencia directa y el espíritu de las normas del PMA del ESC.

El cubrimiento de la campaña debe ir a la población del área de influencia directa del ESC y particularmente al personal involucrado con la construcción ( obreros, capataces, técnicos y profesionales).

Una síntesis de la campaña se presenta en la tabla 48 como ejemplo de identificación de población objetivo, objetivos de comunicación, utilización de medios, elementos para el contenido de los mensajes y oportunidad para su utilización. Esta síntesis se plantea como una base para la elaboración de términos de referencia, que deben ser desarrollados por el asesor e interpretados quienes participen en el concurso.

**Oportunidad y duración**

El programa de divulgación de las normas se desarrollará con énfasis en la etapa de iniciación de la obra (primeros 6 meses) y tendrá vigencia durante los 30 meses previstos de construcción del ESC

**Presupuesto estimado**

El presupuesto estimado para la realización de la campaña es de:

US\$ 132.000

Distribuidos en la asesoría en comunicaciones y el presupuesto para el diseño y producción del material, ver anexo de costos.

**Sistema de información y comunicación directa con la comunidad (oficinas in situ)****Justificación**

El corredor del ESC genera temores (reales o infundados pero igualmente válidos) sobre deterioro temporal o permanente del medio y sus recursos y expectativas de oportunidades de negociación (especulación) de las servidumbres y tierras requeridas para la realización del proyecto y también expectativas de mejoramiento de ingresos (tales como empleos, venta de servicios y bienes, etc.).

Se ha previsto la ocurrencia de invasiones y asentamientos no planificados sobre el corredor del proyecto, debido a la generación de estas expectativas, la divulgación y participación comunidad-instituciones, constituye la concepción bajo la cual se manejarán los impactos identificados.

**Objetivos**

- Facilitar la viabilidad social del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (ESC)
- Minimizar y prevenir los potenciales conflictos sociales particularmente los resultantes del proceso de construcción de la obra
- Interactuar con los miembros de la comunidad para el logro de las mejores relaciones instituciones - comunidades, en acciones puntuales en búsqueda del mejor conocimiento, comprensión y apoyo al ESC.
- Establecer un vehículo único de infor-

mación veraz, concreta y oportuna desde Acuacar hacia la población. Tal sistema debe evitar las informaciones acomodaticias y oportunistas, no necesariamente mal intencionadas que normalmente personal ajeno al propietario de un proyecto suministra a la población cuando ésta indaga acerca de aspectos de éste que le conciernen.

- Producir respuesta inmediata a los cuestionamientos surgidos de la comunidad que se encuentra en relación directa e inmediata con el proceso constructivo del ESC y compilar las preguntas típicas a fin de producir respuestas válidas y aceptables a los miembros de la comunidad.

**Operatividad**

**Entidad responsable:** Estará a cargo Acuacar apoyado en un profesional de las ciencias sociales que dirigirá el equipo de auxiliares que atenderá directamente, en el frente de obra, a los miembros de la comunidad que soliciten información y tengan cuestionamientos sobre el desarrollo del ESC

**Entidad ejecutora:** El equipo de trabajo conformado por el profesional y los auxiliares ejecutará las acciones de este componente y deberá contar con dos oficinas principales de información: una ubicada en la zona sur (estación de bombeo El Paraíso) y otra en la zona norte (planta de tratamiento de Punta Canoa) y oficinas móviles (tantas como frentes de obra) desde antes de iniciar las obra y hasta después de concluidas en un zona.

**perfil del proyecto:** Los funcionarios del equipo de trabajo, debidamente entrenados en el manejo de las normas ambien-

tales específicas del ESC atienden las consultas, quejas y sugerencias de la comunidad; diligencian un formato por consulta y responden por escrito directamente o dirigen la consulta a la dependencia pertinente de la Acuacar cuando no esten en capacidad de responder directamente y solicitan la acción apropiada de la entidad o contratista, si la consulta lo amerita.

El equipo de trabajo tiene como función documentar la información sobre los resultados de la gestión de las oficinas de información y comunicación del ESC y mantener a disposición los materiales recopilados durante el proceso (fichas de preguntas y respuestas típicas, archivos fotográficos, vídeo, actas, acuerdos...). Deberá encargarse de la distribución del material producido por la campaña de divulgación de normas.

#### **Oportunidad y duración**

El programa de información y comunicación directa con la comunidad se desarrollará durante los 33 meses de vigencia del proceso constructivo del ESC.

El programa debe contemplar un tiempo prudencial (3 meses) para la preparación de protocolos (formularios para consulta y formatos de respuesta) y el entrenamiento de los auxiliares

#### **Presupuesto estimado**

El presupuesto para el sistema de información y comunicación es de:

US\$ 311.000

Distribuidos en costos de personal, equipos, transporte e insumos; se presentan discriminados en el anexo de costos.

#### **Procedimientos para la negociación y adquisición de predios y servidumbres**

##### **Justificación**

De acuerdo con los resultados de los estudios de factibilidad y del presente eia, las interacciones sociales derivadas del ESC en la fase constructiva, interfieren con la cotidianidad de las comunidades asentadas a lo largo del corredor del ESC y crean conflictos de intereses

La posibilidad de conflicto es particularmente crítica en las zona urbana en la traza del ESC (margen SE de la ciénaga de Tesca), habitada por una población inmigrante que tiene expectativas de obtener ingresos particularmente importantes por la negociación de sus derechos de pertenencia de terrenos, cultivos o mejoras en sus predios

Las características de la población habitante de la zona (particularmente pobres), la constituyen grupos que se presentan en casos como el de la construcción de proyectos de desarrollo, como damnificados, con poder para entorpecer las obras, incluso obras de saneamiento ambiental como el ESC, con argumentos de desprotección, abandono y violación de sus derechos, incluso cuando las obras que se desarrollan están dirigidas a su propio beneficio.

##### **Objetivos**

- Facilitar la viabilidad social del plan de manejo de aguas residuales de Cartagena de Indias (ESC)
- Minimizar y prevenir los potenciales conflictos sociales particularmente los

resultantes del proceso de negociación de predios y servidumbres

- Facilitar la interacción con los miembros de la comunidad para el logro de las mejores relaciones institucion-comunidad en el proceso de negociación y adquisición de predios para el ESC

##### **Operatividad**

**Entidad responsable:** Acuacar, a través de un contrato con un equipo dirigido por un ingeniero catastral, para el diseño, desarrollo del manual de inventarios, negociación y adquisición de predios y servidumbres.

**Entidad ejecutora:** equipo de trabajo contratado para desarrollar el proyecto

**Perfil del proyecto:** El proyecto consiste en el desarrollo de un manual que establezca los procedimientos para efectuar inventarios, determinar precios unitarios y mecanismos de acuerdo con propietarios o poseedores; este manual debe ser aprobado y protocolizado por las partes (Acuacar-comunidad) y debe contar con el arbitramento de la Subdirección de Catastro IGAC, seccional Bolívar

El programa debe contemplar el inventario y avalúo de los predios y servidumbres requeridas para la construcción del tramo en tierra del ESC, con base en manual concertado con la comunidad.

La aplicación de las condiciones y mecanismos del manual se debe efectuar para cada caso particular aunque los resultados de la negociación pueden ser discutidos con representantes de las organizaciones comunitarias. Cada familia tiene el derecho a demostrar la legiti-

dad de su residencia en la zona del proyecto para su participación en el proceso de avalúo y negociación.

Se requiere la documentación fotográfica o en vídeo de los predios y viviendas cercanas a las servidumbres, con el fin de contar con material visual que evidencie usos del suelo y características de las viviendas antes de la iniciación de la construcción del ESC. Este registro debe hacerse antes y después del bandereo.

El proceso de inventario de los predios y servidumbres que requieran negociación debe realizarse en el mínimo tiempo posible con el fin evitar las ampliaciones de las actuales posesiones y minimizar el riesgo de invasión oportunista de predios y servidumbres requeridas por el ESC

##### **Oportunidad y duración**

El manual de inventarios, negociación y adquisición de predios debe estar disponible el segundo semestre de 1999. Los procedimientos de negociación de predios y servidumbres tendrán vigencia durante el tiempo requerido para la negociación de la totalidad de los predios y servidumbres necesarias para la construcción del ESC.

##### **Presupuesto estimado**

El presupuesto para el desarrollo del manual de negociación y adquisición de predios y servidumbres, es de:

US\$ 40.000

Distribuidos en costos de personal, transporte y talleres con la comunidad, ver anexo de costos.

## Operación del sistema de alcantarillado durante la fase interina de construcción

### Justificación

El colector perimetral a la zona suroriental de la ciénaga de Tesca está diseñado para recoger todas las aguas cloacales de los vertimientos actuales dispersos (Aeropuerto, El Oro, Pedro Romero, Tabú, Blas de Lezo Izquierdo y Derecho, Fredonia, Ternera, etc) y conducir las hasta la Planta de bombeo El Paraíso. Pero mientras se termina el emisario y se pone en marcha la estación de bombeo El Paraíso, transcurrirán cinco años. Se requiere un plan para manejar los vertimientos durante ese período de interinidad.

El proyecto realizado por Hazen & Sawyer no contempla soluciones para la contingencia de suspensión del bombeo. La suspensión puede deberse a cortes intempestivos de energía, daños en la estación de bombeo, daños en la tubería o causas imprevistas (por ejemplo, paros sociales). En tales ocasiones, será necesario aceptar el vertimiento del efluente a la ciénaga (volumen futuro de 230.000 m<sup>3</sup>/día).

La obra de la Bocana ha sido diseñada para diluir el flujo actual y permitirá calidad aceptable de agua en la ciénaga de Tesca durante el período interino señalado. Posteriormente servirá como complemento del emisario y permitirá diluir los efectos negativos de la contingencia.

El problema consiste en definir entre una descarga puntual, bien sea en Caño Limón u otro sitio específico, o descargas difusas en varios puntos de la ciénaga.

Tabla 49. Descripción de las alternativas de descarga a la ciénaga de Tesca durante fase interina de construcción del ESC

alternativa	descripción	ventajas	desventajas
1 vertimiento a caño Limón	propuesta Hazen & Sawyer (1998a); caudal vertido 90.000 m <sup>3</sup> /día. Requiere 950 m de tubería de Ø 1,37 m, minitamices para remoción flotantes. Dragado anual de sedimentos y traslado a depósito en tierra	minimiza olores en zona Suroriental. Disminuye impacto estético	concentra vertimiento en un sólo punto, cercano a zona habitada, con exacerbación de impactos negativos. Requiere dragados de mantenimiento anual y depósito de residuos en tierra
2 descarga puntual ca. la Bocana	reunir aguas en un punto cercano a la Bocana mediante un emisario provisional, con bombeo desde plantas de colector perimetral	retira efectos contaminantes de descarga hasta un punto donde pueden ser diluidos con rapidez por las aguas frescas que ingresan por la Bocana	requiere tiempo y recursos imprevistos para diseño y construcción. No representa mejoría significativa respecto a operación normal del sistema actual más la Bocana no es apta para el Plan de Contingencia de la operación del emisario. Sólo sirve durante período interino
3 retardar entrada en operación del sistema colector	dejar sin empatar las tuberías al colector final y verter a la ciénaga desde los vertimientos actuales (Aeropuerto, El Oro, Pedro Romero, Tabú, Blas de Lezo Izquierdo y Derecho, Fredonia, Ternera, etc) mientras se termina el ESC y se pone en marcha Planta de bombeo El Paraíso	situación similar a la actual que se conservaría durante cinco años. La operación de la Bocana permite dilución adecuada durante período interino. Es la solución más económica	
4 vertimientos difusos en zona sur de la ciénaga, desde plantas de bombeo	dotar de vertimientos de emergencia hacia la ciénaga, las plantas de bombeo EP1, EP2 y EP3 del colector por gravedad. Requiere tuberías de descarga hasta 200 m dentro de la ciénaga (750 m de longitud, Ø 0,60 m)	permite empate de colector con sistemas de alcantarillado, a la vez que se va vertiendo a la ciénaga, de manera gradual y sucesiva, el caudal de aguas servidas de los diferentes sistemas urbanos. Solución económicamente razonable. Sirve para actuar en las contingencias futuras de operación del emisario final (suspensión del bombeo en El Paraíso, daños en la tubería en tierra o submarina, daños en el difusor, mantenimiento y limpieza de difusor, etc.)	requiere adaptación de plantas de bombeo
5 clorinación de aguas concentradas o difusas	implementar en estaciones de bombeo un sistema de clorinación	reducción de nivel patógeno de contaminantes	innecesaria para etapas interina y de operación. Alto costo de implementación de estaciones de bombeo, más costos de operación durante 5 años, sin mejora sustancial sobre situación actual. Dilución por operación de la Bocana es suficiente para propósitos de calidad de aguas durante fase interina; dilución marina soluciona problema durante operación del ESC

Se contemplan 5 alternativas subóptimas para frontar el problema (tabla 49.), a saber: 1. un vertimiento a caño Limón, propuesto por Hazen & Sawyer para la fase interina; 2. descarga concentrada cerca de la Bocana; 3. retardar entrada en operación del sistema colector; 4. Vertimientos difusos en zona sur de la ciénaga,

desde plantas de bombeo; 5. Clorinación de aguas concentradas o difusas.

### Objetivos

- Minimizar impactos de aguas cloacales en la ciénaga mientras se construye el emisario final y en casos de suspensión

del bombeo o inutilización del emisario o el difusor.

- Presentar alternativas de soluciones para el manejo de los vertimientos durante la fase interina y para conformar eventualmente parte del plan de contingencia durante la operación futura.

**Operatividad**

**Entidad responsable.** Acuacar.

**Entidad ejecutora.** Acuacar, mediante contratos de construcción y de la evaluación multiobjetivo de las alternativas.

**Supervisión.** Acuacar, mediante delegación a Interventoría Técnica y Supervisión Ambiental.

**Perfil del programa**

Se deberán considerar las alternativas de la tabla 49. y mediante una evaluación multiobjetivo (técnica, financiera, ambiental y social), determinar la mejor para el manejo de los vertimientos durante la fase interina, la cual puede ser even-

tualmente parte del plan de contingencia durante la operación futura del ESC. Esta es la solución diletante e implica la contratación de un estudio con una firma especializada de ingeniería sanitaria. El costo estimado del estudio es de US\$ 63.000 y tendrá una duración de 6 meses.

El análisis preliminar presentado en la tabla 49. permite recomendar la adopción de la alternativa 4. *vertimientos difusos en zona sur de la ciénaga, desde plantas de bombeo.* Esta consiste en diseñar y construir vertimientos de emergencia hacia la ciénaga, desde las plantas de bombeo EP1, EP2 y EP3 del colector por gravedad. Requiere tuberías de descarga hasta 200 m dentro de la ciénaga (son 750 m de 0,60 m de diámetro)

Las conexiones del sistema de alcantarillado general a las plantas de bombeo, se harán en forma gradual y sucesiva, a medida que cada planta de bombeo vaya siendo construida con su correspondiente tubería de descarga hacia la ciénaga; los empates finales al colector, sólo se harán cuando quede terminada la estación de bombeo de El Paraíso y se ponga en funcionamiento el emisario submarino.

**Oportunidad y duración**

El programa se iniciará tan pronto como se inicie la construcción de las plantas de bombeo EP1, EP2 y EP3. El período de contratación y construcción de las tuberías de descarga tomará un plazo de 10 meses (mes 4 a mes 14 del programa

ESC). El sistema de descargas a la laguna funcionará de manera permanente (luego de su puesta en marcha gradual y sucesiva), durante todo el período de construcción del emisario. Posteriormente, servirá durante toda la vida útil del proyecto como solución de descarga para las contingencias, de período no mayor a 6 días, del emisario final (tramos terrestre y marino) y de la planta de bombeo de El Paraíso.

**Presupuesto estimado**

Construcción de tuberías de descarga:  
750 m de 0,60 m diámetro a US\$ 129,33/  
m = US\$ 97.000

## Complementación de información ambiental antecedente y monitoría

### Justificación

El programa de monitoría/complementación de información antecedente se justifica con base en los siguientes conceptos:

1 El proyecto de emisario submarino recomendado por Hazen & Sawyer, 1998a, establece predicciones relacionadas con la concentración esperada de gérmenes patógenos (bacterias coliformes totales y fecales), nutrientes y materia orgánica disuelta a diferentes distancias de la descarga del emisario y bajo diferentes condiciones de vientos y corrientes. Por otra parte, predice la extensión de los depósitos de sólidos y sus tasas de sedimentarán en el fondo marino (ver capítulo III).

2 El capítulo V (evaluación de las consecuencias ambientales del ESC) identificó carencias de información importantes en los siguientes temas, considerados fundamentales para la verificación de los pronósticos y para ajustar las recomendaciones de otros programas de manejo:

2.1 cambios históricos y balance hídrico actual del sistema Tesca; aportes de sedimentos, especialmente en los sectores S y SO (área cerro La Popa) y E (cuencas de los arroyos tributarios); dinámica de aguas subterráneas y sus posibles aportes al sistema Tesca- Juan Polo.

2.2 cambios diacrónicos en la estructura y dinámica de poblaciones (crecimiento, reproducción, sucesión) y fauna asociada de los manglares de Tesca y Juan Polo.

2.3 evaluación de recursos pesqueros, factores de cambio y niveles de aprovechamiento efectivos en zona marina de Punta Canoas y en Tesca-Juan Polo

2.4 calidad ambiental actual (aguas marinas, playas...) de áreas turísticas actuales y potenciales desde Punta Canoa hasta Crespo

2.5 demografía de las zonas de influencia urbana, periurbana y rural (población, edades, sexo, inmigración, emigración, escolaridad, niveles de autosuficiencia y fuentes; morbilidad asociada a enfermedades de origen hídrico)

2.6 status de tenencia de propiedades en áreas de conservación/restauración, dinámica del mercado de propiedades actuales en la Zona Norte.

3 Por otra parte, es necesario resaltar que la formulación del proyecto de emisario recomendado se basó en series de tiempo de información oceanográfica (mareas, olas, vientos y corrientes) y de calidad de aguas (características físicas, químicas y bacteriológicas del efluente y del mar receptor) necesariamente parciales, compiladas de la documentación disponible y complementadas mediante programas especiales diseñados por Hazen & Sawyer, 1998a. El consultor recomendó la continuidad de estos programas.

4 Finalmente, Hazen & Sawyer (1998a y 1998b) recomendaron la complementación de la caracterización del efluente para incluir contaminantes clase II (virus y otros patógenos), III (metales pesados) y IV (químicos tóxicos o compuestos orgánicos sintéticos).

### Objetivos

Un monitoría tiene como objetivo proveer señales de cambio en el comportamiento de un sistema, para efectuar modificaciones y ajustes al funcionamiento del sistema u optar por otro tipo de medidas de manejo de los cambios indeseables. En el caso del ESC, los objetivos del programa de monitoría son:

1. complementación de la información antecedente que permita refinar los diseños del ESC, las predicciones de su funcionamiento y las predicciones de consecuencias ambientales.
2. verificar las predicciones del comportamiento emisario (concentraciones de bacterias y nutrientes bajo diferentes condiciones oceanográficas y a diferentes distancias de la descarga)
3. verificar las predicciones de la evaluación tanto para la fase de construcción como para la de operación.

### Operatividad

Para atender los requerimientos puntualizados, el programa se ha organizado en 9 componentes (ver tabla 50.) a los que corresponden sendos contratos. El programa se desarrollará en tres fases. 1. de *preconstrucción* (hasta el tercer trimestre del 2001), para producción de información ambiental antecedente. 2. hasta finalizar la fase de *construcción* (desde el cuarto trimestre del 2001 hasta finalizar el 2004), durante la cual se realizará la monitoría de la construcción propiamente y se termina el componente de información antecedente iniciado en la fase anterior. 3. de *operación*, a partir del primer trimestre del 2005, destinada a la monitoría de funcionamiento del emisario<sup>1</sup>. La frecuencia de las mediciones u observaciones de cada componente en cada fase se presentan en la tabla 50. Los componentes se describen a continuación.

<sup>1</sup> El crédito del Banco Mundial sólo financia las dos primeras fases del programa (preconstrucción y construcción).

Tabla 50. Componentes del programa de monitoría y distribución en las fases del ESC

componente	fase		
	preconstrucción	construcción	operación
<i>información básica</i>			
oceanografía (mareas/olas/vientos/corrientes)	permanente y continuo		
hidrología sistema Tesca (aguas/sedimentos)	estacional/anual		
calidad aguas/ biología marina y estuarina	estacional/anual <sup>1</sup>		
recursos pesqueros y aprovechamiento	1 vez	2 veces	c/2 años
estudio poblacional de manglares	1 vez		año 5 <sup>o</sup>
demografía zonas de influencia	1 vez	1 vez <sup>2</sup>	
tenencia/dinámica mercado propiedad raiz	1 vez	2 veces	2 <sup>o</sup> año
<i>investigaciones especiales</i>			
contaminantes III/IV: acumulación trófica	1 vez		año 5 <sup>o</sup> , c/5 años
estudio paleolimnológico de Tesca	1 vez		

<sup>1</sup> puede reducirse a bianual o menos frecuente en operación, según resultados

<sup>2</sup> evaluación al final de la fase de construcción

**Componentes básicos**

**Oceanografía.** Este componente básicamente hace referencia a las mediciones continuas y permanentes de mareas, oleaje, velocidad y dirección de vientos y corrientes, iniciados por Hazen & Sawyer durante el estudio de factibilidad. La continuidad de este componente es recomendado por Hazen & Sawyer, 1998a; sensu stricto no es un programa de monitoría ambiental; los resultados son requeridos para refinar las predicciones de comportamiento del emisario bajo diferentes condiciones oceanográficas, por tanto hace parte de las actividades de ingeniería de diseño y no afecta los presupuestos de los programas de manejo ambiental. Sin embargo, los resultados de este componente son requeridos para la adecuada interpretación de la información generada por otros componentes. Se recomienda la contratación del CIOH para su ejecución. Los costos anuales estimados por Hazen & Sawyer, 1998a, son ca. US\$60.000.

**Hidrología de la ciénaga de Tesca.** Componente fundamental de complementación de información antecedente. La cuenca E de Tesca presenta una gran dinámica de cambio por la desaparición de la cobertura boscosa y la construcción de derivaciones y pequeños embalses para riego. Durante el estiaje los aportes de este sector son prácticamente nulos. La situación es más drástica en el sector urbano de la cuenca (S, O y SO) que carece totalmente de coberturas naturales y la red de drenaje natural está alterada por canalizaciones y rectificaciones. De este sector provienen los desagües cloacales que constituyen el único aporte de aguas dulces superficiales al sistema y se perderá cuando el ESC entre en funcionamiento.

to. Se desconoce el papel de estos aportes para el mantenimiento de los manglares, al igual que el de las aguas freáticas. La ciénaga misma presenta extensas áreas en estado avanzado de colmatación.

Los objetivos de este programa son la reconstrucción de los cambios en el balance hídrico (agua) durante los últimos 30-

40 años y la caracterización anual del balance actual (agua y sedimentos) en tres estaciones: lluvias, estiaje y transición. El componente debe combinar información climatológica, interpretación diacrónica de aérofotografías, junto con aforos y otras mediciones in situ.

Se recomienda la ejecución de este componente mediante contrato con el CIOH.

Costo total estimado, US\$163.000.

**Calidad del agua (física, química, bacteriológica) y biología marina y estuarina.** Es el componente fundamental de la monitoría y requiere información antecedente. Debe iniciar con frecuencia anual e intensidad estacional en la fase de preconstrucción y continuar en la de operación. La tabla 51. muestra el

Tabla 51. Parámetros físico-químicos y bacteriológicos en aguas (a) y sedimentos (s)

parámetro	sistema Tesca-Juna Polo						emisario submarino	
	ciénaga de Tesca <sup>1</sup>	cuencas E <sup>2</sup>	cuencas SE <sup>3</sup>	caños asociados <sup>4</sup>	boca de marea <sup>6</sup>	playas restringidas	salida del ESC <sup>11</sup>	playas Zona Norte <sup>8</sup>
Agroquímicos (dieldrin, DDT) (a, s)	B-E; G; K; M	+ <sup>5</sup>			+ <sup>7</sup>	+	+	+
Clorofila a (a)	I,II,III,IV							
Detergentes, PCBs (a, s)							+	
Coliformes totales, fecales, virus patogénicos (a)	A- M; N		+	+	+ <sup>7</sup>	+	+	+
Grasas totales (a)							+	+
Hidrocarburos totales, aceites (a)	H; J; L		+	+			+	+
Metales pesados (Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Ag, Pb) <sup>10</sup> (a,s)	A- M; N			+	+ <sup>7</sup>	+	+	+
N-NH <sub>3</sub> , N-NO <sub>3</sub> (a, s)	A- M; N		+	+	+ <sup>7</sup>		+	
OD (a) <sup>9,10</sup> , DQO (a, s)	A- M; N		+	+	+ <sup>7</sup>		+	
P total (a, s)	A- M; N		+	+	+ <sup>7</sup>		+	+
pH (a, s)	A- M; N	+		+	+	+	+	
Salinidad por conductividad (a)	A- M; N				+ <sup>6,7</sup>		+	
Sólidos suspendidos (a)	A- M; N			+				
Sólidos totales (a)	A- M; N	+		+	+ <sup>6</sup>			
Temperatura (a)	A- M; N							
Turbidez (a)	A- M; N							

1 En sectores B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L y M el sitio de muestreo estará localizado en el punto central de cada uno (ver mapa 1.)

2 Muestreos preferentemente en arroyo del tramo 2A, con hidrología típica y cuenca cultivada

3 Estación representativa para el sector; debe permitir evidencia de fugas de estación Paraiso durante operación

4 Muestreos en caño Juan Angola y otros altamente contaminados

5 Muestras de sedimentos en desembocadura con posterioridad a estación lluviosa

6 Muestreos en las fases de flujo (agua de mar entrante) y reflujo (agua de descarga de la ciénaga) en sus estados medios

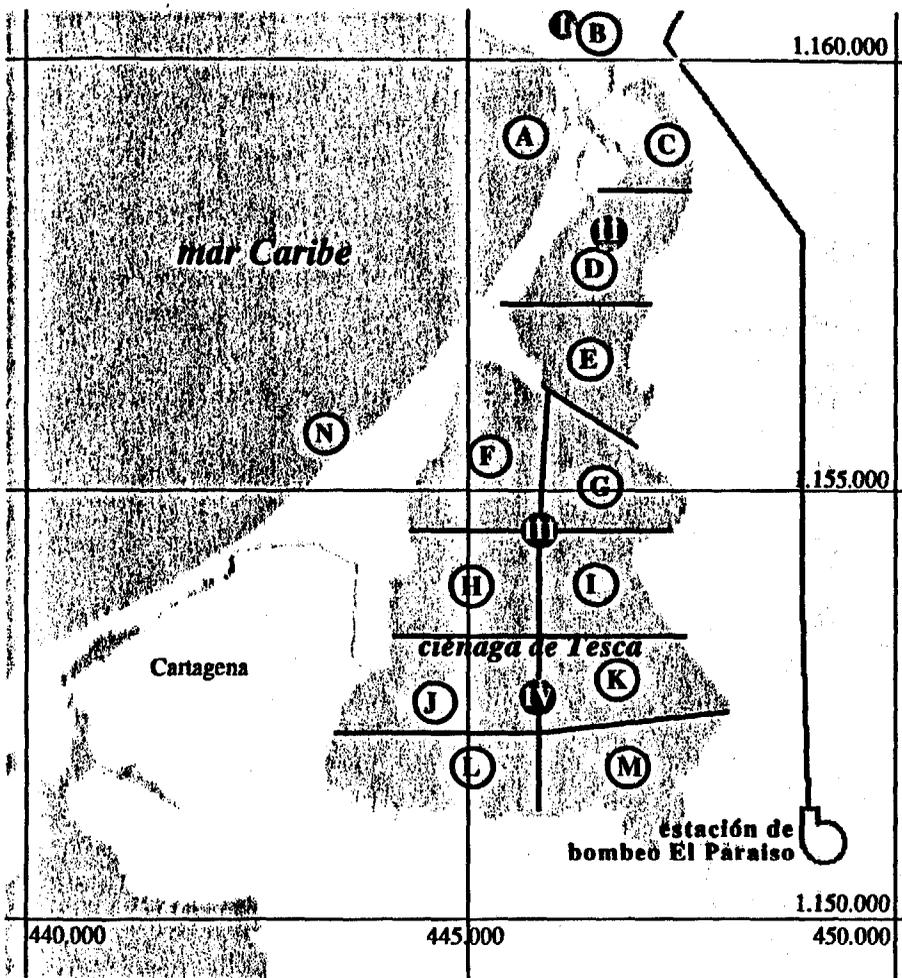
7 Muestreos durante el reflujo de mareas

8 Localización de los tres puntos de muestreo (1, 2, 3) en el mapa 2

9 A partir de la salida del ESC, cada 1.000 m hacia la costa en rumbos O-E y NO-SE

10 Muestras de fondo deberán ser tomadas en la interfase sólido-agua

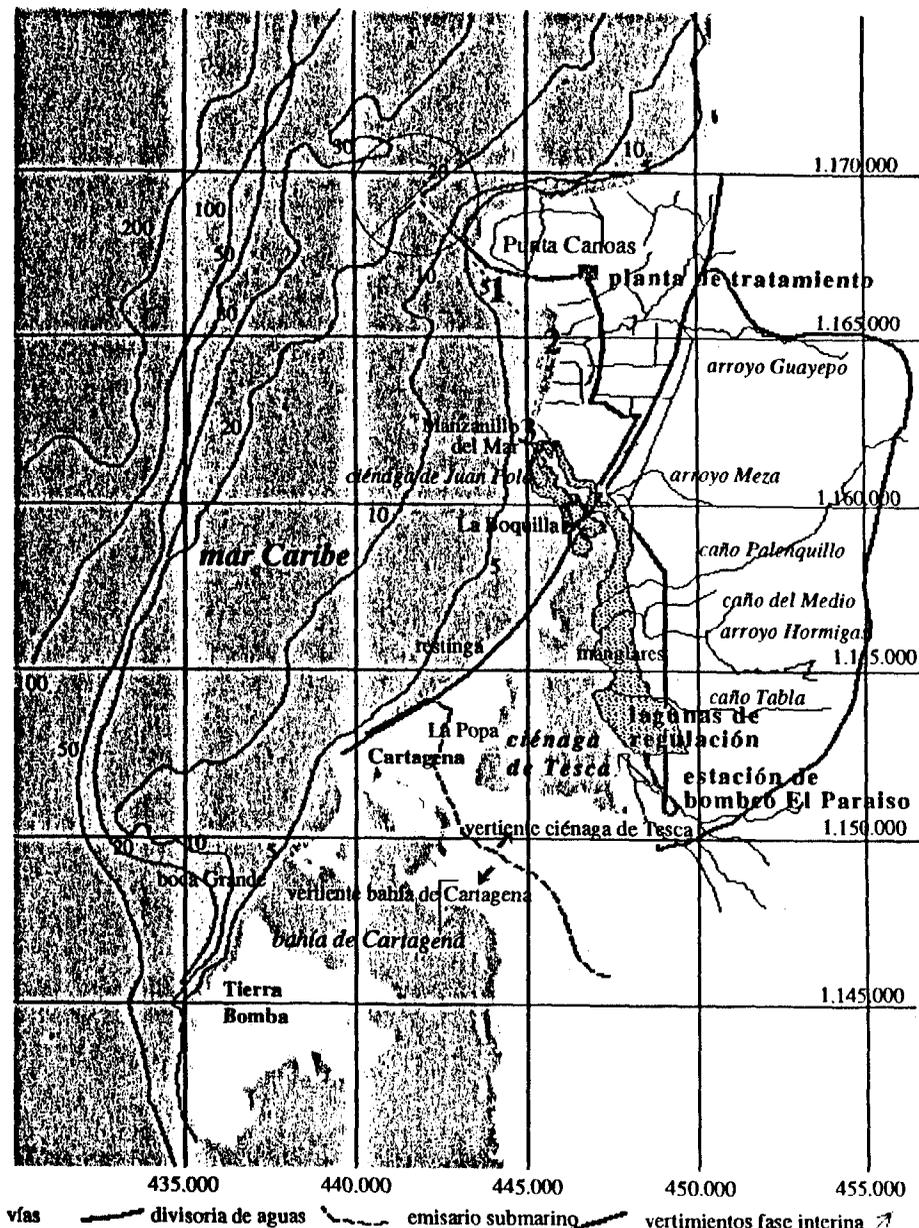
11 Frecuencia trimestral, mensual para las playas en temporada turística



Mapa 17. Estaciones de muestreo en el sistema Tesca-Juan Polo.

catálogo de *parámetros físico-químicos y bacteriológicos* y las áreas y sitios de muestreo en dos gupos: 1. el sistema Tesca que incluye los tributarios de la margen E y la zona marina litoral a la restinga de La Boquilla (ver mapa 17.) y 2. el área del ESC (ver mapa 18.). Esta a su vez comprende el sitio de descarga y el penacho de dispersión (círculo en el

mapa 18.) y las playas aledañas, desde Punta Canoas hasta Manzanillo del Mar. Las hipótesis nulas a ser evaluadas en este componente corresponden a las predicciones de los modelos de dispersión de Hazen & Sawyer (1998a) en relación con cambios en concentraciones de bacterias y nutrientes a diferentes distancias de la descarga y la aparición de nuevas



Mapa 18. Estaciones de muestreo área emisario submarino (círculo en área de descarga y penacho de dispersión) y playas asociadas (números en rojo).

Tabla 52. Estaciones y comunidades para evaluación de biología marina y estuarina

Comunidad	localización		método de análisis			
	ciénaga de Tesca	ESC	riqueza (curvas spp-esfuerzo de muestreo)	diversidad específica (Shannon-Weaver)	tasas de colonización y extinción riqueza spp en equilibrio	índice de regularidad temporal
Fitoplancton	I; II; III; IV		+	+		+
Zooplancton	I; II; III; IV		+	+		+
Macrozoobentos	I; II; III; IV	zonas de depósito	+		+	+
Peces	A; I; II; III; IV	columna bajo penacho	+			+
Aves ictiófagas	transectos en B; D; H; I					+
Vectores <sup>1</sup>	criaderos en aguas estancadas			+		+
fauna de manglar	zona E; La Boquilla; Juan Polo		+	+	+	+

<sup>1</sup> vectores de enfermedades de origen hídrico; larvas colectadas con cucharón; adultos con trampas de luz y liberación controlada de CO<sub>2</sub> (trampas CDC, Service, 1976)

substancias (v. gr., metales pesados) originadas por las descargas del ESC. La frecuencia de las mediciones es anual, con datos de las tres estaciones climáticas efectivas (i. e., según el comportamiento real del clima y no por calendario): estiaje, lluvias y transición. El esfuerzo de muestreo debe ser calibrado para disminuir la varianza.

Las evaluaciones de *ecología marina y estuarina* se sintetizan en la tabla 52. Los sitios y áreas de muestreo se presentan en los mapas 17. y 18 Hazen & Sawyer, 1998a y 1998b, no formula hipótesis específicas en relación con este componente. Sin embargo, de acuerdo con los análisis realizados por el presente estudio se pueden avanzar los siguientes conjuntos de hipótesis nulas:

1. Las *composiciones de especies*, los componentes de *diversidad (riqueza y equidad)* y la distribución de *gremios y niveles tróficos* de diferentes biocenosis (plancton, zoobentos, necton) en la *ciénaga*

*de Tesca* y en las *zonas de descarga y de dispersión* del emisario serán las mismas *antes y después* de la operación del ESC. i. e., la operación de ESC (desviación de las descargas eutróficas actuales de Tesca al mar Caribe en Punta Canoas) no tendrá efecto sobre los mencionados parámetros *sinecológicos* en las dos áreas.

2. Las descargas continuas y permanentes del ESC no conllevarán acumulación de metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos en las cadenas tróficas de las zonas de descarga y de depósito en Punta Canoas.

*Zona del ESC.* Las anteriores hipótesis son difíciles de verificar en consideración a la gran dinámica de los biotopos marinos del Caribe en el área del ESC (concurencia del penacho litoral del Magdalena y de la contracorriente del Darién, ver subcapítulo IVb) que genera alta varianza espacial y temporal. Por otra parte se requiere abundante información anteceden-

te, actualmente inadecuada. Sin embargo se cuenta con un lapso lo suficientemente largo antes de la operación del ESC, para intentar suplir esta deficiencia.

Para el ESC no se considera costo-eficiente el intentar la verificación de todas las hipótesis del conjunto 1., para todas las biocenosis mencionadas. La más susceptible de evidenciar cambios es el *zoobentos* por estar más directamente asociado a los depósitos de sólidos esperados con la operación del ESC; se recomienda el empleo de cálculos de riqueza de especies basados en las curvas especies-esfuerzo de muestreo (Neotrópicos, 1996), los que además permiten la comparación de las composiciones específicas y los cambios en las cohortes tróficas, eliminando la necesidad de muestreos independientes para cada hipótesis. Dadas las altas varianzas naturales no se recomienda el empleo de índices de diversidad (v. gr., Shannon-Weaver), dependientes del tamaño de la muestra.

Complementariamente, se recomienda la instalación de sustratos artificiales y su recuperación periódica para cálculo de tasas de colonización y extinción de especies y número de especies en equilibrio. Estos deben efectuarse mediante aplicación de la teoría de *bigeografía insular* (Neotrópicos, 1996). Finalmente, se recomienda el empleo del índice de regularidad temporal (Obrdlik & García Lozano, 1992), basado en teoría de información, para comparaciones de registros de series de tiempo de cohortes de organismos.

*Zona de Tesca.* La evaluación de las hipótesis del conjunto 1. pertinentes a la *ciénaga de Tesca* se facilita por dos razones: a. se cuenta con información antecedente mucho mejor y b. es un sistema confinado, cuyo funcionamiento cualitativo es conocido (ver capítulo IV). Al igual que para el ESC, el *zoobentos* (que incluye la fauna asociada a las raíces de *mangle*) es la biocenosis más adecuada para la verificación de las hipótesis. Los peces, por el predominio de especies *iliófagas* (v. gr., *Mugil spp*, *Bagre marinus*) también facilitan la verificación.

Aunque no se recomiendan, principalmente por razones de costo y por sus limitaciones para discriminar las hipótesis del conjunto 1., se incluyen en la tabla 52. otras biocenosis del sistema Tesca y los métodos de análisis apropiados.

Las hipótesis del conjunto 2. son fundamentales para la evaluación *ex-post* del ESC, pero por su complejidad y por lo limitado de las experiencias en Colombia con estas técnicas, se plantea un componente independiente como investigación especial para su verificación.

Las mediciones y observaciones de este componente deben comenzar lo antes posible, puesto que durante la fase de construcción del ESC es de esperar que las obras de la Bocana Estabilizada de la ciénaga de Tesca hayan concluido (capítulo I) y vía esta conexión estén ingresando al Caribe patógenos, nutrientes y otras especies químicas que pueden enmascarar y confundirse con los efectos del ESC.

Para la ejecución de este componente se recomienda celebrar contrato con Invermar (Santa Marta), instituto de investigación que hace parte del Sistema Nacional Ambiental; Invermar tiene amplia experiencia en evaluaciones ecológicas análogas a la aquí propuesta (sistema ciénaga Grande de Santa Marta) y mantiene vínculos con instituciones e investigadores europeos y norteamericanos que pueden proveer la asesoría científica y técnica necesaria. El costo de este componente se estima en US\$561.000.

**Recursos pesqueros y aprovechamiento (zona ESC y ciénaga).** La reducción de los recursos pesqueros marinos es el principal temor de las comunidades litorales de la zona Norte y de la zona periurbana de La Boquilla-Marlin-da, atribuible a la operación del ESC. Por otra parte, se espera que la eliminación de las descargas cloacales en Tesca permitan una recuperación del sistema estuarino y por tanto de los recursos pesqueros hoy deteriorados<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Ese deterioro es el resultado de una constelación de factores físicos (cierre de las bocanas de marea, disminución de agua dulce en estiaje, colmatación), ecológicos (eutrofización) y socioeconómicos (sobrepesca, reducción del manglar e incremento de pesquería comercial en el Caribe colombiano); ver capítulo IV.

Esto ocurriría en un escenario en el cual la Bocana Estabilizada de la ciénaga de Tesca ha introducido cambios en la dinámica hidrológica y en el balance agua dulce-agua marina. Los cambios atribuidos a estos dos eventos (Bocana y ESC) son fáciles de medir, pero no se cuenta con información antecedente confiable.

Para este componente se propone la evaluación del recurso mediante análisis de esfuerzos de captura, con pescadores profesionales locales, en tres áreas: 1. ciénaga de Tesca, 2. mar Caribe frente a la restinga de La Boquilla y 3. zona de Punta Canoas.

La evaluación debe hacerse una vez antes de iniciar la construcción, dos veces en la fase de construcción (al inicio y al final) y con una periodicidad bianual o trienal durante la operación del ESC. Cada evaluación será el resultado de sendas campañas de un mes de duración en las tres estaciones climáticas efectivas (no de calendario). Complementariamente se requiere recopilar en cada campaña información sobre el aprovechamiento del recurso pesquero: número de pescadores, procedencia, áreas favoritas de pesca, cronogramas de actividades por faena y anuales, insumos y costos de producción, ingresos, mercadeo, volumen de capturas, artes empleadas.

Para la ejecución de este componente se recomienda la celebración de un contrato interadministrativo con el INPA. El costo estimado es de US\$116.000.

**Status ecológico de los manglares de Tesca-Juan Polo.** Los sensores actuales de los manglares del sistema Tesca-Juan Polo son:

1. reducción del caudal de aguas dulces de estiaje en el sector E y avance de los playones salinos; 2. obstrucción de la conexión con la bahía de Cartagena a través del caño Juan Angola; 3. eutrofización del sustrato; y 4. tala rasa y relleno para desarrollo urbano. Estos fenómenos han operado en el ecosistema desde hace por lo menos 40 años sin que aparentemente se altere la extensión y capacidad regenerativa del biotopo (ver capítulo IV).

Por otra parte, el cruce de los arroyos de la margen E de Tesca durante la construcción del ESC puede alterar el ingreso de aguas dulces y el patrón de drenaje en el ecotono. Durante la fase de operación, la desviación de las descargas cloacales al mar Caribe reversará paulatinamente el sustrato a una condición más mesotrófica (a lo cual también contribuirá la operación de la Bocana), pero eliminará el caudal de estiaje de agua dulce. Estos eventos pueden conducir a: 1. estrechamiento de los rangos de salinidad (sustratos y agua intersticial) en ciertas áreas y desplazamiento hacia la hipersalinidad en otras; 2. reducciones en productividad a causa de la tensión halina; 3. sucesión de difícil reversabilidad hacia playones salinos (ver capítulo V).

Dado el carácter pulsátil de los biotopos de manglar (variabilidad interanual natural de los balances agua dulce-agua salada), los fenómenos pronosticados son muy lentos y de difícil detección; además la información antecedente es insuficiente para su evaluación. Se recomienda por tanto su complementación así:

1. Cartografía diacrónica de la extensión y estructura de los manglares de Tesca-Juan Polo (ver mapa 18.), con base en in-

terpretación de aerofotografías de tres épocas<sup>3</sup>.

2. Evaluación de dinámica y estructura, de acuerdo con la metodología de Del Valle & Gómez, 1996, que contemple los siguientes parámetros:

- densidad, abundancia y frecuencia por especies y por unidad de área
- crecimiento diamétrico y en altura
- estructura diamétrica y vertical
- crecimiento diamétrico y en altura
- reclutamiento y mortalidad
- fenología
- biomasa

3. Información complementaria sobre suelos (textura, densidad, color, temperatura, humedad, pH, materia orgánica, concentración de Al, Ca, Mg, K, Na, SO<sub>4</sub>, capacidad de intercambio catiónico, salinidad, nitrógeno y fosfatos totales, potencial redox, amonio, nitratos y nitritos, fosfatos) y calidad del agua intersticial (salinidad, temperatura, conductividad eléctrica pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno).

El estudio de manglares requiere la información generada por el componente *Hidrología de la ciénaga de Tesca*. Los puntos 2. y 3. del componente deben desarrollarse una vez en la fase de pre-construcción (el inicio debe anteceder la operación de la Bocana) y una vez no antes del año quinto de operación del ESC. Las observaciones y mediciones deben cubrir por lo menos tres ciclos hidrológicos

<sup>3</sup> El Igac tiene aerofotografías de no menos de 15 vuelos que cubren el área desde 1968 hasta 1993. Tres de estos (1968, 1985 y 1993) fueron utilizados en este estudio para medir el avance del frente urbano sobre Tesca (ver capítulo IVc).

anuales, en las diferentes estaciones climáticas efectivas (estiaje, lluvias y transición).

Para el desarrollo de este componente se recomienda su contratación con la Universidad Nacional-Medellín (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Forestal), entidad que tiene amplia experiencia en la investigación aplicada al manejo de manglares tanto del Pacífico, como del Caribe. El costo estimado de este componente es de US\$144.000.

**Demografía de las zonas de influencia.** Este componente se plantea para suplir la carencia de información confiable sobre los tamaños y características de las poblaciones humanas asentadas en las tres zonas de influencia del emisario (ver capítulo IVc).

La información es requerida para la evaluación de los pronósticos de consecuencias de la fase constructiva y de operación del ESC y para el desarrollo de otros programas de manejo ambiental (control ambiental de la construcción, educación y sensibilización ambientales y restauración, conservación y manejo del sistema Tesca-Juan Polo).

No se requieren datos censales, mas bien evaluaciones extrapolables con base en muestreos estructurados. La información básica demográfica es: población, composición familiar, edades, sexo, inmigración y procedencias, emigración y destinos, escolaridad, niveles de autosuficiencia y fuentes (actividades extractivas y productivas, comercio, jornaleo, empleo, venta de servicios, remesas, etc.); morbilidad asociada a enfermedades de origen hídrico.

La evaluación demográfica debe hacerse una vez durante la fase preconstructiva, antes de la entrada en operación de la Bocana y una vez al finalizar la fase de construcción del ESC. La importancia de las enfermedades de origen hídrico, tanto en Tesca, como en las comunidades rurales de la Zona Norte deben ser evaluadas después del año 2 de operación.

Se recomienda la contratación, mediante un concurso de méritos, de una ONG orientada al desarrollo comunitario o de una firma consultora especializada en estudios socio-económicos. El presupuesto estimado para este componente es US\$50.000.

**Status de tenencia y dinámica del mercado de propiedad raíz (zonas E, SE y N).** Con la excepción de los terrenos para las instalaciones de pretratamiento y algunas servidumbres para la conducción terrestre, el ESC no requiere la adquisición de terrenos. Se aprovecharán las servidumbres viales existentes y el cruce a través de terrenos públicos (ver capítulo III). Sin embargo, la población de las tres zonas de influencia manifiesta temores por los cambios en el valor de la propiedad raíz (aumento en las zonas urbana y periurbana y reducción en la Zona Norte) atribuibles a la operación del ESC (ver capítulo V).

Estos temores, en particular los de la Zona Norte, pueden ser infundados en cuanto a la realidad de la causa, pero puesto que los precios de la propiedad raíz no son una característica intrínseca del bien sino que reflejan la subjetividad de la población, el cambio puede darse en ausencia aparente de una causa. Por otra parte, otros eventos concurrentes (v. gr.,

construcción de vías, suministro de agua potable, reactivación económica de la ciudad, inmigración campesina a Cartagena) pueden contribuir a la dinámica de los mercados de propiedades en cada una de las tres zonas y amplificar –en el caso de la periferia de Tesca– o contrarrestar –en el caso de la Zona Norte– los supuestos efectos de la operación del ESC.

La compleja situación esbozada sólo puede ser evaluada si se conoce la dinámica actual del mercado de tierras y construcciones en las tres zonas. La investigación puede adelantarse a partir de los registros de negocios de bienes raíces en la Superintendencia de Notariado y Registro, los archivos de Catastro del IGAC (seccional Bolívar) y bases de datos de inmobiliarias privadas. Se requiere verificación de campo mediante encuestas a áreas escogidas con muestreos estructurados.

Esta investigación debe realizarse una vez durante la fase de preconstrucción, antes de la entrada en operación de la Bocana, al inicio y al final de la construcción y no antes del segundo año de operación del ESC. Se recomienda la contratación de la Lonja de Propiedad Raíz o de una firma consultora catastral (mediante concurso de méritos). El costo total del componente se estima en US\$20.000.

#### **Investigaciones especiales**

A continuación se describen dos componentes adicionales del programa de monitoría, cuyo desarrollo tiene exigencias metodológicas mayores y requiere personal y equipos especializados.

**Acumulación de contaminantes III/IV en las redes tróficas.** El conjunto de hipótesis 2. presentado en el

ecomponente *Calidad del agua/ecología marina/estuarina* establece que las descargas continuas y permanentes del ESC no conllevarán acumulación de metales pesados ni compuestos orgánicos tóxicos en las cadenas tróficas de las zonas de descarga y de depósito en Punta Canoas. La caracterización del efluente para el diseño del emisario (ver capítulo III) no incluyó contaminantes clase III (metales pesados) ni clase IV (químicos tóxicos y compuestos orgánicos sintéticos), pero se sospecha su origen en las descargas cloacales de Cartagena o en la escorrentía de la cuenca tributaria, puesto que fueron hallados en los sedimentos de la ciénaga de Tesca<sup>4</sup> (ver capítulo III).

Los metales pesados y muchos de sus compuestos orgánicos y muchos de los compuestos orgánicos sintéticos se caracterizan por su toxicidad, persistencia y bioacumulación. Esta última propiedad es facilitada en el medio acuático en los dos tipos de redes tróficas, la herbívora y en especial en la sapróbica. El conocimiento de estas redes es meramente cualitativo tanto en la ciénaga de Tesca como en el Caribe, pero existen antecedentes documentados de concentraciones altas de compuestos organoclorados en tejidos de organismos acuáticos de Tesca (ver capítulo IVb).

El desarrollo de este componente (i. e., la evaluación del conjunto de hipótesis) debe plantearse como una investigación a largo plazo que permita: 1. la caracterización cualitativa (especies participantes en

4 La identificación de fuentes y la caracterización de las descargas serán objeto del programa *Estudio para el control de vertimientos no domésticos*, detallado en este mismo capítulo.

cada nivel) y cuantitativa (biomasas y productividades típicas) de las dos redes tróficas en Tesca y en el mar Caribe; 2. selección de contaminantes susceptibles de amplificación en las dos redes, en las dos localidades; 3. evaluación de la situación antecedente (i.e., pre-operación del ESC) y ex post en cuanto a concentraciones efectivas en tejidos de organismos<sup>5</sup>.

La investigación deberá iniciarse antes de que la Bocana entre en operación, lo que puede dejar poco tiempo para las etapas previas de formulación, evaluación y revisión de la propuesta de investigación (ver abajo). Sin embargo, esta dificultad puede vencerse si se obtienen y preservan (en nitrógeno líquido por ejemplo) muestras de tejidos organismos para su caracterización posterior.

Para la ejecución del componente se recomienda la contratación del Invenmar, entidad a la cual también recomendó encomendar el desarrollo del componente *Calidad del agua/ecología marina/estuarina*. Esta entidad debe estructurar una propuesta de investigación detallada (revisión de literatura, objetivos, hipótesis, materiales y métodos de toma y análisis de datos, resultados esperados, cronograma y presupuesto). La propuesta debe ser evaluada en sus méritos técnicos y programáticos por investigadores independientes de instituciones conocidas a nivel

internacional<sup>6</sup> y revisada y ajustada por Invenmar, de acuerdo con la recomendaciones de los evaluadores, antes de iniciar los trabajos. Se recomienda además la contratación de un asesor (quizas del equipo evaluador internacional), para revisión periódica de los avances de la investigación.

El costo estimado de esta investigación (etapa antecedente) es de US\$289.000, un estimativo crudo que puede ser inferior al que efectivamente se requiera. Sin embargo, se considera viable la obtención de fondos complementarios a través de Colciencias o de recursos para investigación disponibles en el Ministerio del Medio Ambiente, cuya obtención puede gestionarse una vez se cuente con una propuesta validada por los revisores internacionales.

*Estudio paleolimnológico de Tesca con uso de testigos verticales de sedimentos.* La *Paleolimnología* hace referencia al funcionamiento limnológico de un sistema en épocas geológicas pasadas, reconstruido con base en testigos y vestigios en los sedimentos.

El término no es muy apropiado para la investigación aquí recomendada, limitada a la reconstrucción de las características de Tesca en el pasado histórico re-

6 Por ejemplo: Departamento de Limnología Tropical, Universidad de Gießen, Gießen, Alemania; Facultad de Biogeografía, Universidad del Saar, Saarbrücken, Alemania; Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, Inglaterra. Una lista amplia de instituciones relacionadas con los recursos pesqueros y el medio marino puede verse en: Gadus Associates: List of Fisheries Research Institutes. (<http://home.istar.ca/~gadus/institutes.html>)

ciente, últimos 100 años o algo así, sin embargo se emplea por carecer de un término mejor.

Los sistemas estuarinos, como el de Tesca-Juan Polo, son muy dinámicos como consecuencia de las varianzas interanuales de los regímenes hidrológicos (aguas dulces y marinas) y de sedimentos. Los biotopos del sistema Tesca-Juan Polo (manglares, pantanos, playones, salinos, espejo de agua, bocana natural) avanzan o retroceden de año en año según las condiciones climáticas e hidrológicas sean o no favorables para los organismos que dichos biotopos alojan. La ocurrencia de períodos prolongados con regímenes semejantes le imprimen al conjunto características distintivas. Los organismos de longevidad mayor que la duración de los episodios se ajustan a los cambios fisiológicamente (v. gr., manglares y otra vegetación boscosa) o desplazándose a áreas favorables (v. gr., aves, grandes mamíferos), mientras que aquellos de vida corta (la mayoría de las especies del plancton y del zoobentos) exhiben ciclos de fluctuación de sus poblaciones (ver capítulo IVa y referencias; Levins, 1968; Margalef, 1983).

Esta propiedad, conjuntamente con la persistencia de restos de organismos en los sedimentos (v. gr., exoesqueletos quitinosos, granos de polen, semillas, etc.) y la casi nula reactividad de los sedimentos profundos, permiten inferir las condiciones limnológicas existentes cuando los restos de organismos y las formas químicas (compuestos orgánicos persistentes, metales pesados, especies químicas reducidas, etc.) se depositaron. Los depósitos pueden ser datados mediante el cálculo de tasas de sedimentación o de manera

más precisa con Pb<sup>210</sup> y Cs<sup>137</sup> (Margalef, 1983).

La reconstrucción de los ambientes limnológicos históricos de Tesca es instrumental para la orientación de los procesos discutidos en el program de *restauración, conservación y aprovechamiento perdurable de Tesca* y para la correcta interpretación de los resultados de otros componentes del programa de monitoría, asociados a la evaluación de cambios esperados por la operación del ESC y de la Bocana.

Para el desarrollo de este componente se recomienda una modalidad análoga a la de la evaluación de la bioacumulación de contaminantes en las cadenas tróficas. También se recomienda que sea el Invenmar la entidad encomendada. Para el arbitramento internacional de la propuesta de Invenmar se sugiere el Laboratorio Hugo de Vries de la Universidad de Amsterdam que ha desarrollado numerosas investigaciones paleoecológicas en Colombia desde el decenio de 1950.

El costo estimado de la investigación es de US\$237.000, pero al igual que con la evaluación de bioacumulación de contaminantes, los costos reales deben ser definidos en la propuesta de Invenmar y los fondos complementarios, de requerirse, podrían gestionarse con Colciencias o con el Ministerio del Medio Ambiente.

5 No se requiere la cuantificación de todos los eslabones de una red. Los eslabones inicial (fitoplancton, algas, plantas vasculares acuáticas en la red herbívora u organismos filófagos en la red sapróbica), final (peces carnívoros y aves piscívoras) y algunos intermedios (herbívoros o carnívoros primarios) son suficientes.

## Estudio para control y manejo de vertimientos industriales a la red del sistema de desagües cloacales de Cartagena

### Justificación

Según IGAC, 1997, para 1994 Cartagena contaba con 16 hospitales, una clínica del ISS, 25 centros de salud y 10 puestos de salud. En cuanto a los establecimientos industriales, la ciudad registra 609 y 4.834 comerciales.

La empresa Lime (una de las dos firmas contratadas por el Distrito de Cartagena para la recolección de basuras de la ciudad), no tiene contemplado en su contrato el manejo de residuos tóxicos ni químicos; además el relleno no está diseñado para recibir dichos elementos, sólo residuos domiciliarios.

Cartagena cuenta con 3 hornos incineradores (Hospital Universitario, Clínica Madre Bernarda y otro). Las clínicas, hospitales y demás entidades que prestan servicios de salud los usan para el manejo de residuos, previo acuerdo con los propietarios. Lime almacena un horno incinerador de propiedad de la Alcaldía que no funciona por falta de infraestructura complementaria.

La información obtenida sobre el manejo de los residuos por parte de instituciones hospitalarias, es escasa, especialmente en cuanto a los residuos líquidos; por ello es muy posible que las redes del alcantarillado estén siendo utilizadas para disposición final de muchos químicos y residuos tóxicos, inclusive radioactivos.

El control de los vertimientos no es equitativo ni completo, mientras que las estaciones de servicio vierten gran cantidad de aceites y residuos de todo tipo a las re-

des del alcantarillado sin ningún control, la planta de Lime en Albornoz (Mamonal), requiere presentar a Cardique un plan de manejo para el lavado de los vehículos recolectores.

La caracterización de las aguas residuales de algunas estaciones de bombeo y colectores en Cartagena, descrita por Hazen & Sawyer (1998a), contempla 17 parámetros (físico-químicos y bacteriológicos), no obstante la mayoría de los datos son estimaciones y valores asumidos; igualmente y tal como lo citan los datos corresponden a muestras simples puntuales que no reflejan variaciones en el tiempo ni en los caudales.

Existen varias entidades locales y regionales que han referenciado la contaminación de la ciénaga de Tesca por los vertimientos del alcantarillado, no obstante la información es insuficiente y dispersa, en especial sobre vertimientos de contaminantes tóxicos e inertes persistentes y radioactivos, de diverso origen.

Aunque existe normatividad pertinente por ca. 30 años, la carencia de instrumentos y mecanismos de manejo y control es aún sentida, es entonces necesario hacerlos viables y promover nuevos, que apunten al compromiso de los usuarios del sistema de alcantarillado y se involucren en el control de la contaminación.

Acuacar como responsable de la operación del sistema de alcantarillado, está desde 1997 elaborando el Reglamento de vertidos de residuos líquidos en el Distrito de Cartagena, cuyo fin es reglamentar la ordenación e intervención administrativa del uso del sistema de alcantarillado dentro del Distrito. Se incluyen en el, artículos específicos sobre tipos de sustancias a ser vertidas y el programa de pro-

ducción limpia o de descontaminación gradual (PDG).

### Objetivos

- Dimensionar el problema, es decir, determinar las clases y cantidades de vertimientos de origen industrial potencialmente evacuados hacia el sistema de alcantarillado de la ciudad que en la actualidad lleguen a la ciénaga de Tesca y en el futuro (año 2005), sean evacuados al mar Caribe a través del ESC.

- Definir el seguimiento (monitoría) que permita la obtención de datos e información básica necesaria para la identificación, caracterización del problema y el control del mismo.

- Definir el control (normatividad, asesoría técnica, financiera...) para evitar el vertimiento de residuos industriales al sistema de alcantarillado

- Definir los instrumentos para que la información producida en el proceso de monitoría sea de utilidad y empleada por las autoridades ambientales (Cardique, Damarena...), las cuales deben coordinar con otras entidades locales (Acuacar, Alcaldía Distrital, Departamento Administrativo de Salud, Lime, Ciudad Limpia), el manejo de residuos y vertimientos en la ciudad.

### Operatividad

La efectividad de este programa requiere el desarrollo de los siguientes componentes:

- Inventario de fuentes potenciales
- Caracterización de descargas y definición de mecanismos de seguimiento/monitoría futuros
- Definición de mecanismos de control

**Entidad responsable.** Acuacar

como usuario que realiza vertimientos actualmente a la ciénaga de Tesca y en el futuro al mar a través del ESC. Debe coordinar/concertar con Cardique autoridad ambiental regional (con funciones de control y sanción indelegables, numeral 10 y 12 del § 31 y § 32 de la Ley 99/93), con Conpes Sectoriales de Producción Limpia (instrumentos de formulación y promoción) y con las entidades del Distrito que tengan relación con esto: Dadis, Superintendencia de Industria y Comercio, etc.

**Entidad ejecutora.** Mediante concurso de méritos y selección según propuestas, Acuacar definirá la entidad que desarrollará el estudio.

La entidad contratada deberá entonces levantar la información de campo sobre fuentes, tomar las muestras para caracterización de descargas, analizar los resultados y diseñar el seguimiento/monitoría, por último realizar un análisis multiobjetivo de las posibles alternativas para el control.

**Supervisión.** Profesionales de Acuacar y Cardique, con experiencia acorde con la temática supervisarán el desarrollo del estudio, con miras a garantizar una información confiable, especialmente en lo referente a metodología para análisis de muestras.

A través de Cardique y los Conpes Sectoriales de Producción Limpia, el Ministerio del Medio Ambiente estará siguiendo el desarrollo de los procesos de auto-control.

### Perfil del programa

#### *Inventario de fuentes*

#### *Justificación*

Se desconocen las fuentes, especialmente las pequeñas y dispersas industrias en la ciudad y su aporte de residuos tóxicos y contaminantes al alcantarillado

Se carece de información sobre irregularidades como las infiltraciones y conexiones fraudulentas (aguas residuales a drenajes de aguas pluviales)

#### *Objetivos*

Identificar y cuantificar el número de industrias y fuentes productoras de sustancias tóxicas y contaminantes en la ciudad.

Identificar grosso modo el tipo de residuos vertidos al sistema de alcantarillado.

Ubicar espacialmente las diferentes fuentes de residuos.

#### *Perfil del programa*

La búsqueda, localización e identificación de los usuarios del sistema de alcantarillado, debe enfocarse tanto hacia la grande como pequeña industria posibles a ser sujetas por regulaciones de pretratamiento y control.

Debe tenerse en cuenta varias fuentes de información, inicialmente listados de entidades de registro formal, en primer lugar la base en los registros para facturación a usuarios de Acuacar. Otras fuentes son registros de Industria y Comercio de la Cámara de Comercio.

Con base en el análisis de la información preliminar (registros institucionales) y evaluación de los objetivos prácticos (v. gr., tipos de procesos de producción, tipos de sustancia residual), y la utilidad de los datos a obtener, se debe construir el contenido de los formularios para el levantamiento de información in situ.

Para el registro de las industrias pequeñas e informales se deben diseñar jornadas de campo, un equipo de trabajo realizará recorridos de observación e inventarios, recogiendo la información en los formularios previamente diseñados. Es importante recalcar, que no se trata de encuestas parciales sino de registro directo, de cuya cobertura dependerá su utilidad.

Deben tenerse en cuenta las conexiones fraudulentas (no legales) de redes de aguas cloacales domiciliarias e industriales a canales de aguas lluvias.

La digitalización y procesamiento de datos debe permitir obtener información de utilidad práctica, básica para el planeamiento de la siguiente fase, componente de caracterización de las descargas (v. gr., selección de información sobre grupos industriales de interés según el tipo de sustancias residuales). Como producto de inventario, debe quedar la base de datos, bajo un sistema que permita su ampliación, actualización y cruce con información sobre ubicación espacial.

De los registros y listados depurados se obtendrá la lista única en la cual se identifican los usuarios significativos según diversos criterios de caracterización (v. gr., industrias productoras de residuos de hidrocarburos).

Se debe implementar un Sistema de Información Geográfica (SIG), que permita ubicar espacialmente las fuentes u orígenes (identificación de usuarios no domésticos que descargan residuos al sistema de alcantarillado), definir cuencas de captación, sitios de convergencia de redes o tubos colectores (v. gr., cajas de inspección, plantas de bombeo, plantas de tratamiento). El nexa entre información y

ubicación espacial permitirán definir sitios para muestreos de seguimiento y monitoría.

Como resultados esperados del inventario, además de listados de fuentes y características, debe señalar las recomendaciones sobre las fuentes y puntos de la red del sistema de alcantarillado que requieren prioridad en los muestreos de caracterización de descargas y las sustancias.

#### *Caracterización de descargas y diseño de mecanismos de seguimiento/monitoría*

##### *Justificación*

No se cuenta con datos e información sobre la presencia y tipo de residuos tóxicos y contaminantes en las redes cloacales.

Se desconoce el tipo y magnitud de los vertimientos de residuos industriales al sistema de alcantarillado.

Se desconoce las concentraciones de los residuos tóxicos y contaminantes vertidos al sistema de alcantarillado.

No se tiene un plan de seguimiento y monitoría de los vertimientos no domésticos generados en la ciudad, particularmente de la pequeña industria.

##### *Objetivos*

Determinar tipo de sustancias y descargas tóxicas y contaminantes que están llegando al sistema de alcantarillado.

Determinar las concentraciones de contaminantes y sustancias tóxicas presentes en las aguas residuales del alcantarillado

Establecer bases para el seguimiento y control rutinario futuro.

#### *Perfil del programa*

Para la definición del esquema de muestreos de caracterización y seguimiento se debe contar con la información obtenida del inventario de las fuentes. La ubicación de fuentes u orígenes (identificación de usuarios no domésticos que descargan residuos al sistema de alcantarillado) y las recomendaciones sobre fuentes prioritarias dentro del muestreo y posterior control.

Ya que no es posible muestrear y caracterizar todas las descargas y sustancias, se debe implementar un muestreo piloto o de sondeo, basado en el análisis del inventario de fuentes, sus recomendaciones sobre las fuentes potenciales y prioritarias identificadas (v. gr., Hospitales, Universidades...) y los sitios de concentración dentro de la red (v. gr., cajas de inspección, plantas...).

Ubicados los sitios de descargas, éstas se caracterizarán en su frecuencia en el tiempo, volúmenes y caudales, contribución al caudal de la fuente receptora durante la época seca.

En el muestreo, ordenamiento y análisis de la información obtenida debe tenerse en cuenta los métodos reglamentados, la concentración de las sustancias tóxicas, el tipo de sustancia, posibilidad de afectar la estabilidad de los procesos de transporte, almacenamiento, bombeo, tratamiento o superar el pretratamiento, las sustancias bioacumulables, los vertimientos fraccionados.

De la evaluación de los resultados del muestreo piloto y la caracterización de las descargas, deben surgir los sitios a muestrear en detalle y en forma permanente (*seguimiento/monitoría*).

Las variaciones en los resultados del seguimiento, determinarán conjuntamente con la información nueva de la base de datos de fuentes potenciales, la definición de nuevas *microcuencas* y sitios de muestreos.

El estudio deberá definir la periodicidad con la cual los resultados deberán ser analizados en conjunto con el fin de evidenciar cambios que ameriten ajustes en el seguimiento y control.

### **Selección de mecanismos control**

#### **Justificación**

A pesar de la existencia de normatividad de hace ya varios años (v.gr., Decreto 1594 de 1984), la reducida capacidad operativa de las instituciones encargadas del control del vertimiento de residuos se traduce en la no aplicación de las normas y sanciones correspondientes por lo cual el control es reducido.

No obstante que Cardique ha concertado con la gran industria de Mamonal e impulsa el pretratamiento de las aguas residuales de dichas industrias, se infiere que la *pequeña industria dispersa dentro de la ciudad* puede ser significativa en sus aportes de aguas residuales con elementos tóxicos y contaminantes.

La informalidad en el funcionamiento de estas pequeñas industrias (v.gr. no registradas como tal), su ubicación inmersa en los sectores residenciales, especialmente populares y su poca o inexistente organización sectorial, hacen que su control sea casi que imposible.

La carencia de recursos, personal e infraestructura, la burocracia y oportunismo político que implican cambios frecuentes de personal y falta de compromiso de sus funcionarios con las institucio-

nes reguladoras y sus objetivos, limitan el accionar efectivo de las mismas.

#### **Objetivos**

Fortalecer el control de las descargas al alcantarillado de sustancias tóxicas y contaminantes (v.gr., metales pesados, formas químicas, derivados de hidrocarburos) provenientes especialmente de la *pequeña industria*.

Seleccionar alternativas para el control ambientalmente efectivo -reducción o eliminación de cargas- pero que sean técnica, social, financiera y administrativamente factibles.

#### **Perfil del programa**

El control puede hacerse mediante fijación y aplicación de la normatividad y mediante alternativas de autocontrol.

La fijación y aplicación de tarifas y sanciones está a cargo de Cardique sobre la base de normas de fijación de límites permisibles para vertimientos de sustancias degradantes. Dicha fijación podrá basarse en resultados del inventario de fuentes y el seguimiento/monitoría de las descargas y sustancias ya citados.

El empleo de estímulos para autocontrol, surgió de la dificultad de hacer un seguimiento y control a las múltiples fuentes de residuos contaminantes. La autoridad ambiental en forma concertada con algunas fuentes en distintos sectores productivos, viene implementado estrategias para Producción más Limpia, que busca a largo plazo prevenir la contaminación desde su origen.

El Ministerio ha promovido la adopción de códigos de conducta voluntaria e introducción de tecnologías ambientalmente sanas, que aumenten la eficiencia en el

uso de los recursos energéticos e hídricos, sustituyan insumos contaminantes, modifique productos y adopten procesos más limpios (MinAmbiente, 1997).

Se han desarrollado convenios de Producción Limpia (Industria de Mamonal en Cartagena y Oriente Antioqueño, Ingenios del Valle del Cauca, floricultores del Oriente Antioqueño, Asociación Colombiana de Petróleos y Fendipetróleo), que incluyen compromisos de las empresas, la comunidad y las autoridades ambientales.

En Cartagena, Cardique promueve el automanejo y control de los residuos de origen industrial a través de la Fundación Mamonal y un servicio de manejo de residuos.

Debe tenerse en cuenta que la *pequeña industria* esta dispersa dentro de la ciudad y poco organizada y requiere mecanismos que le permita mejorar sus sistemas productivos y prevenir la producción de residuos contaminantes antes de ser vertidos (integración a Producción Limpia).

Surgen así diversas alternativas para buscar que los vertimientos no domésticos al alcantarillado contengan residuos contaminantes, peligrosos, tóxicos, degradantes del tubería. Algunas de ellas son:

- participación de las industrias a programas de Producción Limpia
- asistencia técnica que facilite la sustitución o el mejoramiento de procesos industriales que permitan el máximo aprovechamiento de las materias primas, la recuperación y reutilización de productos a partir de los residuos, el tratamiento de residuos, transformación química a sustancias menos tóxicas, la remoción de de-

sechos peligrosos y manejo (incinerador o vertedero hacia sitios de depósitos).

- financiación para facilitar el acceso, en especial de las pequeñas industrias, a nuevas tecnologías.
- estímulo a la importación y transferencia de tecnologías limpias por medio de exenciones tributarias ya establecidas (Ley 223/95).
- implantación de un servicio de manejo de residuos, entidad privada que preste el servicio de recolectar, controlar y manejar los residuos líquidos antes de ser vertidos al alcantarillado, la cual debe sujetarse a la normatividad.
- control y seguimiento por parte de la autoridad ambiental (tarifas de multas, tasas retributivas)
- pretratamiento industrial que implicaría pasos similares a los ya citados anteriormente y cuyos objetivos serían también similares.

Ante varias alternativas es necesario tener en cuenta que la adopción de una o varias de ellas, debe ser basada en un análisis de su factibilidad ambiental (reducción o eliminación efectiva de cargas al alcantarillado), técnica (soluciones tecnológicas posibles de implementarse en Cartagena), financiera (posible de pagarse por parte de contaminadores sin que se transfieran costos al usuario), social (aceptada por dueños de fuentes contaminantes como algo necesario y útil) y administrativa (que permita el seguimiento y control).

Se recomienda entonces, la realización de un estudio para evaluación multiobjetivo de las alternativas de control, el cual debe tener en cuenta que sus objetivos y las alternativas pueden ser conflictivos

entre si (v.gr., lo técnicamente viable u optimo ambientalmente es costoso y por tanto de no aceptación social) y por ello necesario sopesar las diferentes alternativas de acuerdo a las varias relaciones criterios/objetivos.

#### **Oportunidad y duración**

Se prevé que el estudio propuesto se desarrolle en un periodo de 6 meses (julio-diciembre de 1999).

Como ya se anoto anteriormente el muestreo para caracterización de las aguas residuales y la definición del seguimiento/monitoría futuro se deben iniciar una vez se cuente con los resultados del inventario de las fuentes y las descargas, su ubicación e importancia. La evaluación multiobjetivo para control puede iniciarse paralelamente con lo anteriores componentes y ajustarse con lo definido para el seguimiento/monitoría.

Independiente de la ejecución del ESC, el control y manejo de los vertimientos de residuos industriales al sistema de alcantarillado debe abordarse lo más pronto posible, previa evaluación de alternativas y la definición de prioridades.

#### **Presupuesto estimado**

Con base en los requerimientos para las tres componentes (fases) propuestos aquí, se recomienda el contrato de una firma

consultora ambiental con el personal adecuado para el trabajo a desarrollar. Se estima que el programa requiere un total de US\$570.000 dólares, el cual cubre gastos de personal, equipos y transporte, análisis de muestras (ver detalle en Anexo).

### Restauración, conservación y aprovechamiento perdurable del sistema ciénaga de Tesca

#### Justificación

El sistema ciénaga de Tesca está conformado por el espejo de aguas de las ciénagas de Tesca y Juan Polo, cordones marginales de mangles, de mayor extensión sobre la margen E y sobre el delta invertido de La Boquilla y los humedales al E, a la salida de los arroyos Hormiga, Meza, Tabacal y otros. La cuenca del sistema se extienden desde la Boquilla y Manzanillo, al N del distrito, hasta la zona urbana y periurbana SE de la ciénaga y hacia el E hasta más allá de la carretera de la Cordialidad (ver mapa 19).

La población asentada en la periferia de la ciénaga asciende en el área rural y periurbana a 15.000 habitantes y en el área urbana a 300.000 habitantes. El sistema Tesca-Juan Polo, representó para las comunidades a su alrededor fuente de recursos naturales (v.gr., leña, pesca, caza, mangle) para supervivencia y comercio a pequeña escala.

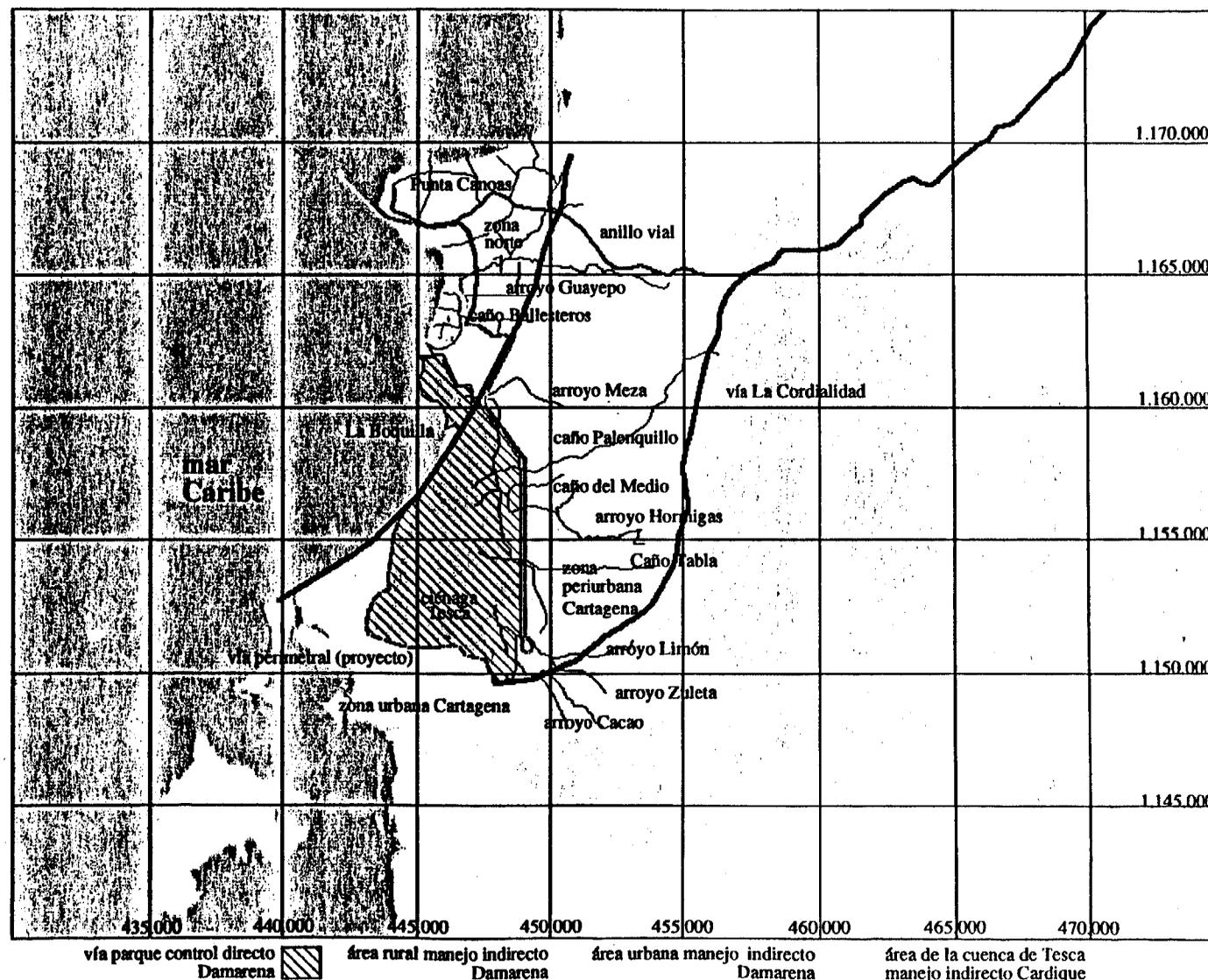
Recientemente, el Distrito de Cartagena y otras entidades, han propiciado el desarrollo de varias obras encaminadas a la recuperación y mejoramiento del espacio público (ver capítulo I), Son altas las inversiones para la realización de estos proyectos, un gran endeudamiento fiscal para alcanzar las metas propuestas.

Las obras y esfuerzos que finalmente buscan recuperar la ciénaga (v.gr., Bocana, ESC) y frenar la expansión urbana sobre ella (v.gr., Vía Perimetral) contrastan con el manejo inadecuado del ambiente en la periferia de la ciénaga y su cuenca.

En la actualidad el deterioro del sistema Tesca-Juan Polo, propiciado por las altas densidades poblacionales, la sobre-explotación de los recursos, la indiferencia de

la población en general y de los habitantes asentados en la periferia de la ciénaga en particular y otros factores conjugados con la ineficacia administrativa y la débil

coordinación de la gestión ambiental interinstitucional, ha venido avanzando en forma alarmante. Los problemas fundamentales del sistema son:



Mapa 19. Áreas de manejo y conservación propuestas cartografía adaptada de Hazen & Sawyer, 1998

- Invasión del espacio público en la ciénaga (espejo de agua y manglares) y humedales y riberas de caños de la cuenca, por parte de la población campesina desplazada por la violencia y pobreza en otros zonas del país.

- Contaminación residual de agroquímicos (biocidas, fertilizantes) empleados por agricultores en áreas de la margen E (particularmente los de arroz).

- Retención de escorrenfía de estiaje en la cuenca, por labores agrícolas, suplida por descargas cloacales.

- Explotación sin reposición, de recursos del manglar y las ciénagas (leña, madera, pesca, caza) por parte de la población del área periurbana (Boquilla, Tierra Baja, Puerto Rey).

- Disposición inadecuada de basuras por parte de población asentada en la periferia del sistema.

- Descoles de aguas residuales a desagües pluviales, ciénagas y arroyos afluentes del sistema.

Por lo anterior, el sistema Tesca-Juan Polo, requiere aunar esfuerzos para la buscar y lograr su restauración y conservación como área de valor paisajístico y ecológico, ya que podría llegar a ser la única área natural urbana de una ciudad costera en Colombia, en los próximos 25 años y posiblemente fuente de recursos aprovechables.

Existen condiciones para facilitar cambios en usos y el manejo del sistema: 1. Colombia, aprobó mediante Ley 357 de 1997 la Convención RAMSAR (relativa a la conservación de humedales de im-

portancia internacional, especialmente como hábitats de aves acuáticas); 2. Cartagena aprobó por elección popular en 1998, la declaratoria de Área Metropolitana, situación que implica una estructuración (operativa, logística, profesional...) en lo referente al manejo del medio ambiente dentro de dicha área; 3. la población cartagenera, manifiesta una mayor disponibilidad de pago por la recuperación del sistema ciénaga de Tesca-Juan Polo que por la bahía (Ducci, 1998).

Sin embargo, cualquier acción en pro del sistema exige la articulación operativa de las entidades responsables de la gestión ambiental en el Distrito y la vinculación de las comunidades en el mejoramiento de su propio entorno.

Para complementar los beneficios que traerá la evacuación de aguas residuales a través del ESC, se requiere y recomienda implantar la restauración y conservación del sistema ciénaga de Tesca-Juan Polo, programa de carácter permanente, cuyo inicio será apoyado por el proyecto Banco Mundial como parte del ESC.

### Objetivos

- Gestionar el reconocimiento legal como área protegida, del sistema ciénaga de Tesca-Juan Polo que permita su manejo y control.

- Contribuir a la recuperación, preservación de los recursos naturales del entorno Tesca-Juan Polo, a través del diseño e implementación de planes, programas y proyectos.

- Encaminar las acciones de recuperación y conservación del sistema ciénaga de Tesca-Juan Polo, hacia la declaración del mismo como sitio Ramsar.

- Vincular a las diferentes entidades, de carácter público o privado, encargadas de la gestión ambiental local, en la ejecución e implementación de actividades de restauración, conservación y aprovechamiento.

- Lograr la participación de comunidades en proyectos de gestión ambiental que contribuyan al proceso de recuperación, conservación y aprovechamiento del área protegida.

### Operatividad

**Entidad Responsable:** Se recomienda que sea el Distrito de Cartagena a través de Damarena con la asistencia del Auen Institut-WWF (Alemania).

**Entidad Ejecutora:** Se recomienda que Damarena, mediante concurso público de méritos, seleccione una entidad consultora ambientalista, que se encargue del estudio, mecanismos y requerimientos que definan el sistema Tesca-Juan Polo como área para restauración, conservación y aprovechamiento del sistema Tesca-Juan Polo.

**Supervisión:** Debe ser a cargo de Cardique como autoridad regional.

### Perfil del programa

El desarrollo de este programa estará definido por el estudio recomendado cuyos objetivos estarán dirigidos a lograr la creación de un área protegida y estructurar el plan operativo para su manejo. El estudio deberá elaborar la documentación pertinente (antecedentes ambientales, sociales, legales) para argumentar, solicitar y obtener la creación legal del sistema Tesca-Juan Polo como área protegida, lo cual permitirá a la entidad ad-

ministradora poder desarrollar acciones de manejo.

Si bien el sistema, amerita la implementación de acciones para su recuperación y conservación, éstas no requieren necesariamente de un status legal para la protección del área, sin embargo, de no otorgarse el status de área protegida al sistema, se dificultaría el frenar los procesos de deterioro, de igual forma que si se protege y no se restaura y conserva, el sistema continuaría hacia niveles más avanzados de deterioro, quizás irreversibles.

Se recomienda entonces la declaración del sistema como área protegida, sea vía parque, zona de manejo especial u otra pertinente, conformada por el espejo de aguas de las dos ciénagas, los manglares proximales a la barra de La Boquilla en Tesca y Juan Polo, el manglar, los pantanos y humedales al E de Tesca delimitados por el corredor del ESC (mapa 19).

Se recomienda que la solicitud se gestione ante Cardique o el Distrito de Cartagena, lo cual facilitaría su administración en términos de autonomía.

El estudio también definirá la zonificación del área que permitan el manejo adecuado para cada una de las zonas identificadas de acuerdo con sus usos actuales y potenciales, su vulnerabilidad, grado y tipo de ocupación, así como el enlace congruente con otros proyectos de objetivos afines en áreas aledañas (v.gr., recuperación del cerro de La Popa).

El estudio debe definir y presentar la estructura organizativa de la entidad o equipo de trabajo que se encargará del manejo, restauración, conservación y aprovechamiento del área.

Al respecto se recomienda que dicha entidad sea Damarena con el apoyo del fortalecimiento institucional recomendado y la asistencia técnica del Auen Institut-WWF (Rastatt, Alemania). Independientemente, el estudio deberá detallar el personal requerido, sus funciones y responsabilidades, así como las actividades a desarrollar. De ser Damarena el ente administrativo, requerirá una reorganización y un personal adecuado (unidad ejecutora de proyectos) para definir, desarrollar, supervisar y coordinar los planes, estrategias y acciones para el manejo del área.

Por último el estudio contratado deberá establecer el plan operativo para el manejo del área protegida, el cual será concretado e implementado por la entidad administradora del área.

Dicho plan deberá definir las actividades tendientes a permitir la restauración, conservación y aprovechamiento perdurable en los aspectos ecológico, por ejemplo estudios sobre la conveniencia de ejecutar repoblamiento, recomendaciones para seguimiento y control del uso de agroquímicos en cuenca del sistema; social, por ejemplo reglamentaciones para el uso de recursos consuntivos y no consuntivos, creación de centro de documentación e información a la comunidad, divulgación del área protegida; y administrativos-legales como elaboración de términos de referencia y contratos para estudios y asesorías, gestión de la declaración del sistema como sitio RAMSAR.

El plan deberá contener los mecanismos alternativos que permitan el control y seguimiento a los factores que frenen o alteren los procesos de restauración, con-

servación y aprovechamiento, tales como la depredación por parte de cazadores o pescadores, ocupación del espacio público por parte de propietarios con linderos sobre el área protegida, e incluso las descargas de emergencia por posibles fallas durante la operación del ESC.

Los mecanismos de financiación del ente administrativo para su funcionamiento y para la continuidad del programa propuestos, son fundamentales y deben ser precisados por el plan operativo, ya que el Banco Mundial a través del PMA del ESC, cubriría el programa sólo en su etapa la implementación.

Para ello es importante tener en cuenta fuentes y estudiar la posibilidad de establecer impuestos de pequeño monto pero aplicados a múltiples actividades locales, tales como porcentajes de los precios por habitaciones en hoteles, por tiquetes de pasajeros que arriben o transiten por el aeropuerto de Cartagena, por servicios de restaurantes en áreas turísticas, por peajes en vías circundantes (v.gr., Anillo vial, vía perimetral, entrada a ciudad amurallada), por tiquetes para visitar islas del Rosario. Otra fuente puede ser el aprovechamiento de los servicios ambientales del sistema, básicamente como paisaje, a través de la reglamentación y cobro por el uso del área para turismo, el tránsito de canoas, zonas de observación y fotografía. Deben evaluarse económicamente dichos servicios y otros como pesca, caza, leña, madera, recepción de aguas contaminadas (tasas retributivas), concesión de aguas en la cuenca del sistema

Como fuente de sostenimiento y continuidad en el conocimiento y mejoramiento del área, su unidad administradora y

unidad ejecutora de proyectos, deben elaborar y presentar proyectos en diferentes temáticas asociadas al sistema (v.gr., evaluación y dinámica de los recursos y de las tasas de aprovechamiento) a entidades multinacionales, internacionales, filantrópicas y crediticias interesadas en el medio ambiente (v.gr., GTZ, BID, Fondo Ramsar, ONU, UNEP, IUCN).

Finalmente, el estudio debe incluir recomendaciones tendientes a definir el control y manejo de las cuencas tributarias del sistema, la urbana y la rural. Dicho control debe incluir la aplicación de la normatividad existente sobre la contaminación y retención del agua de escorrentía natural, los arroyos y canales pluviales (sanciones, cobro y recaudo de tasas retributivas)

Es necesario incluir a Cardique en dicho control ya que la cuenca rural hace parte de la jurisdicción de varios municipios, incluyendo a Cartagena, y como autoridad ambiental, debe sancionar y recaudar las tasas retributivas, aplicadas por el uso inadecuado del suelo y de la calidad y cantidad del agua.

Adicionalmente, el programa de restauración, conservación y aprovechamiento del sistema Tesca-Juan Polo, requiere de la complementación por parte de otros programas de manejo ambiental del ESC, que articulados a éste, garanticen la recuperación del área. Estos son:

- Fortalecimiento institucional, necesario para involucrar a las distintas entidades de carácter público y privado, locales y regionales que por su jurisdicción sobre los distintos sectores del área de influencia del ESC y su competencia sobre componentes ambientales (físicos, ecológicos y sociales) contribuyen al mejoramiento del sistema.

- Educación y sensibilización ambientales, necesarias para involucrar a las comunidades beneficiadas o relacionadas con el ESC, en actividades de gestión ambiental.

- Supervisión ambiental de la construcción del ESC, necesario para el monitoreo de los cambios físicos y biológicos del sistema, durante y con posterioridad a la construcción del ESC.

- Gestión social y comunicaciones del ESC, necesario para la divulgación del proyecto a la población de cartagenera en general.

#### Oportunidad y duración

- Elaboración de términos de referencia, apertura del concurso y contratación del estudio: mes 1 a mes 5

- Ejecución del estudio: mes 6 a mes 12

- Implementación del plan operativo: será permanente.

#### Presupuesto

El costo estimado para el desarrollo del estudio, creación del área protegida y diseño del ente administrativo y del plan operativo es de US\$195.000. Dotación a Damarena para unidad administrativa de área de conservación US\$448.000.

El desarrollo del plan operativo es de carácter permanente y por tanto sus costos no hacen parte del presupuesto asignado para el PMA del ESC. Como ya se anotó el estudio debe analizar y plantear estrategias alternativas para lograr su financiación.

## Educación y sensibilización ambientales dirigido a las comunidades relacionadas con el plan de manejo de aguas residuales

(comunidades urbanas y periurbanas de la periferia de la ciénaga de Tesca-Juan Polo)

### Justificación

La periferia de las ciénagas de Tesca-Juan Polo, las riberas de los caños (Limón, Juan Angola), los lechos mayores de los cursos bajos de los arroyos (Tabacal, Hormiga, etc.) y los humedales terminales de éstos, constituyen espacios colonizables en períodos de sequía y durante años de ciclos normales. Allí, inmigrantes de la costa Caribe y del interior del país —muchos sin experiencias previas en áreas urbanas ni en este tipo de ambientes— se apropian de estos espacios públicos naturales y establecen viviendas precarias. Complementariamente, éstos son adoptados como basurales y receptores de desagües cloacales con la anuencia o tolerancia tácita de las autoridades locales; los dos usos traen consecuencias severas sobre la salud de la población y sobre los manglares, la vida silvestre, la pesca y el paisaje, todos estos recursos fundamentales de la ciudad.

La población allí asentada corresponde en su gran mayoría a los sectores segregados de la sociedad cartagenera, donde concurren la pobreza y el desempleo, una escasa o nula escolaridad con una actitud indiferente hacia un medio ambiente urbano de baja calidad. Estas comunidades se verán afectadas en menor grado durante la fase constructiva del ESC y se beneficiarán por la recuperación de la calidad

del agua de la ciénaga de Tesca.

La carencia de conductas ciudadanas adecuadas para el manejo del medio urbano y del espacio público natural de la ciudad tiende a agravarse con el crecimiento demográfico y la aparición de nuevos asentamientos; este estudio estimó un incremento del 63,4% de las áreas substraídas al espejo de agua de Tesca entre 1968 y 1993.

Además del ESC, el Distrito de Cartagena y otras entidades públicas planean inversiones superiores a los 150 millones de dólares para la renovación y el saneamiento urbano de la ciudad, con énfasis en el mejoramiento de la calidad del agua de la ciénaga de Tesca.

La perdurabilidad de estas inversiones y el logro de los objetivos por ellas previstos se verá menguado a menos que se hagan esfuerzos complementarios para inducir cambios en la actitud ciudadana mencionada.

El programa de educación y sensibilización ambientales aquí propuesto intenta complementar los esfuerzos que en este sentido se han iniciado por parte, tanto de las entidades públicas (Educar, Dadis), como de un amplio número de ONGs y aún de organizaciones comunitarias de las áreas urbanas citadas.

### Objetivos

Lograr que comunidades beneficiadas por el ESC y demás programas de renovación y saneamiento urbano en la periferia de la ciénaga de Tesca entiendan la relación entre la filosofía del ESC, las medidas ambientales adoptadas por el mismo, el uso adecuado de infraestructu-

ra sanitaria urbana y las áreas públicas que se intentan rehabilitar.

Mejorar la percepción local (a nivel de pobladores, líderes y organizaciones comunitarias) de los problemas ambientales urbanos y cohesionar la comunidad alrededor de programas participativos de mejoramiento de su entorno tanto privado como público.

Sensibilizar a la población sobre la importancia para la salud y bienestar social del buen uso de los humedales y espacio público natural de Cartagena

### Operatividad

**Entidad responsable.** Se sugiere que este programa sea responsabilidad del Distrito de Cartagena por intermedio de Damarena, entidad que adelanta actividades afines en el ámbito de Tesca y con el objetivo complementario de fortalecer su débil capacidad institucional.

**Entidad ejecutora.** Damarena debe seleccionar mediante concurso público de méritos una ONG ambientalista o conservacionista local. La entidad contratada debe formular las estrategias de educación y sensibilización, desarrollar los materiales y métodos, seleccionar el área para ejecución de un programa piloto e implementarlo, además plantear estrategia para su continuación en el área piloto y ampliación a toda el área de influencia del ESC.

**Supervisión.** Damarena supervisará la ejecución del programa y divulgará los resultados hacia otras entidades del sector ambiental en Cartagena.

### Perfil del programa

El programa debe analizar críticamente e incorporar las experiencias exitosas de emprendimientos análogos (sensibilización ambiental en áreas de ocupación no planificada y habilitación para vivienda de espacios públicos naturales periurbanos) desarrollados en ciudades costeras o con planicies de inundación en Colombia o en otros países latinoamericanos.

El diseño del programa debe referirse estrictamente a la idiosincracia, cultura y problemáticas particulares de Tesca. Debe tener un componente formativo y a la vez enfatizar actividades prácticas a ser desarrolladas por individuos de las comunidades participantes que redunden, en un corto plazo, en mejoras efectivas de su ámbito familiar.

El estímulo a la vinculación de la comunidad debe ser a partir de sus miembros individuales, en particular niños, jóvenes y amas de casa, por lo cual las guarderías, escuelas y colegios deben convocar, congregarse y cohesionar la comunidad. Además sus directivos, administradores, maestros y los padres de familia deben tener responsabilidades específicas en las actividades planteadas por el programa.

La selección e implementación de estrategias, materiales, metodología, medios de enseñanza y formación y en particular las actividades prácticas deben referirse especialmente a los siguientes tópicos:

- Salud y medio ambiente urbano en Cartagena (hábitos personales y familiares, enfermedades de origen hídrico, epidemias, prevención...)

- Mejoras ambientales domiciliarias (basuras, aguas servidas, combustibles, agua potable, huertas caseras, zonas verdes, quemas, animales domésticos...) <sup>1</sup> aprovechamiento perdurable de recursos estuarinos en Cartagena (peces, crustáceos, moluscos, mangle, vida silvestre, recreación y turismo...)
- Apropiación ambiental del espacio público (desarrollo de arraigo y territoriali-

<sup>1</sup> Este programa con menores modificaciones podría adelantarse también con las comunidades rurales nucleadas de la zona Norte de Cartagena (Punta Canoa y Manzanillo del Mar), quienes no se beneficiarán directamente del ESC. Estas comunidades poseen también una actitud indiferente hacia su entorno, aunque dado su tamaño y densidad los problemas aún no se manifiestan con la gravedad de la zona Sur.

dad en los asentamientos marginales) La selección del área para el programa piloto debe considerar las ventajas que ofrecen barrios y sectores de la zona SE de Tesca, en los cuales los vecinos han iniciado motu proprio actividades semejantes o compatibles con este programa, tal como se informó en las Consultas Previas realizadas para este estudio. La duración del programa piloto será de un año.

El programa piloto debe:

- Documentar profusamente su desarrollo, desde los puntos de vista pedagógico y sociocultural
- Incluir la organización de eventos públicos (talleres, visitas guiadas) e incluir medios (publicaciones, impresos, videos... para comunicación directa o a través de prensa) con el fin de divulgar sus realizaciones hacia autoridades, líderes

cívicos, ONGes y comunidades de otras localidades del área de influencia del ESC

- Promover la formación de multiplicadores del programa dentro de la comunidad para las etapas posteriores de continuación y ampliación
- Incluir procedimientos para evaluación periódica interna
- Ser evaluado externamente, con participación de entidades locales, organizaciones comunitarias y otras ONGes al final de su período de implementación.

#### Oportunidad y duración

El programa de educación y sensibilización ambiental se desarrollará durante el período de construcción del ESC así:

- Contratación (TdR, evaluación, selección de propuestas y contratación) mes 1 a mes 4
- Diseño (estrategias, metodologías, materiales y selección de área objeto para programa piloto) mes 5 a mes 11
- Implementación de programa piloto mes 11 a mes 23
- Evaluación externa (taller público, documento de evaluación) mes 24
- Continuación y ampliación a otras áreas mes 25 a mes 60

#### Presupuesto estimado

El presupuesto estimado para el programa incluye el proyecto piloto, el taller de evaluación externa y la ampliación del programa a la zona de influencia con un costo estimado de US\$898.000

## Programa de Fortalecimiento Institucional

### Justificación

Tanto el Distrito de Cartagena y Acucar como otras entidades locales y nacionales, vienen desarrollando obras para el mejoramiento ambiental de la ciudad y su entorno próximo (v. gr., el plan maestro de alcantarillado y su fase final el emisario submarino, la bocana estabilizada, recuperación de caños, ciénagas y lagos), cuyas inversiones son de gran magnitud, para el caso del alcantarillado asciende a ca. US\$150 millones.

Existen variedad de proyectos coincidentes en el espacio geográfico y objetivos generales, pero desarrollados en forma aislada unos de otros, debido a la ausencia de coordinación y cooperación interinstitucional.

Aunque las condiciones precarias del ambiente urbano y del entorno de Cartagena son enunciadas diariamente, la problemática ambiental no es comprendida en su esencia sistémica -los problemas bajo la idea de interrelación o interdependencia- y por tanto tampoco en su real dimensión.

Las entidades responsables del medio ambiente en la ciudad y la región, son de reciente creación, muchas de sus acciones son aisladas y fuera de contexto, lo cual se ha traducido en deplorables resultados (v. gr., reforestación del cerro La Popa) o acciones momentáneas sin seguimiento ni aplicación de resultados (v. gr. siembras de mangle en la margen E de la ciénaga de Tesca y bahía Barbacoas). Ante el avance de la ciencia y tecnología, las obras involucradas en los diversos

proyectos han evolucionado y requieren del estudio, conocimiento y entendimiento por parte de los funcionarios de las entidades que por competencia deben evaluarlos, es por ello fundamental la constante actualización en los diferentes tópicos.

La falta de planeación -visión hacia el futuro- se traduce en la formulación y ejecución de proyectos y acciones sin continuidad ni nexos con otros relacionados y de posible complementación; en el enfoque general de los problemas ambientales, encasillandolos en su concepción, evaluación y posibles soluciones de manejo y mitigación.

La ausencia de programas adecuados para producir e intercambiar información ambiental diversificada (identificada en la evaluación de la gestión ambiental dentro del Plan de Gestión Ambiental del Municipio de Cartagena 1996/1997), es también una muestra de la débil capacidad de planeación y gestión.

En forma similar, es poca la continuidad y por ende la efectividad de programas de monitoría para obtención de información antecedente (línea base) y seguimiento a proyectos, casi siempre argumentada en la carencia de recursos y medios adecuados (v. gr. transportes, equipos, personal).

La evaluación ya citada, identificó además de la ausencia de sistemas de información ambiental, la carencia de capacitación de personal para el desarrollo de actividades que estén acordes con sus funciones; la carencia de una adecuada dotación logística para garantizar el cumplimiento permanente de las funciones asignadas; la debilidad en la coordina-

ción interinstitucional para la ejecución articulada y complementaria de proyectos ambientales; en suma la falta de herramientas e información que permitan evaluar condiciones y circunstancias y tomar decisiones en la planificación.

Una rápida evaluación del estado en que funcionan dos autoridades ambientales de Cartagena de Indias, se presenta en la tabla 53.

Es Damarena la que presenta mayores limitaciones y dificultades: escaso personal, precarios equipos de oficina, carencia de centro de documentación y redes de información ambiental para intercambio, limitados medios de transporte y apoyo técnico externo.

Finalmente, la intervención del clientelismo dentro de las instituciones determina inestabilidad del personal (nombramientos de turno) y la pérdida de continuidad de los planes y programas de la entidad; la inestabilidad laboral y la falta de oportunidades de ascenso se traducen a su vez en la carencia de compromiso de los funcionarios con los objetivos de la institución.

Por lo anterior surge esta recomendación, considerada fundamental para facilitar la implementación y efectividad de los demás programas para el manejo ambiental del ESC.

Tabla 53. Tipo y abundancia de infraestructura y elementos de trabajo (marzo, 1999).

concepto	Damarena	Cardique
	Cantidad	Cantidad
<b>dotación logística</b>		
computadores	7	33
fax	1	2
fotocopiadoras	0	0
scanner	1	1
plotter	0	1
red	1	1
impresoras	2	19
lineas telefónicas	2	7
transporte terrestre	1 vehículo, 3 motos	6 vehículos
transporte acuático	0	2
<b>sistemas y producción de información</b>		
programa de información ambiental (SIA)	no uso	en implementación
programa de información geográfica (SIG)	no uso	en implementación
base de datos	no existe	en diseño
laboratorios	no existe	1 regional
redes de información ambiental	no existe	no existe
centro de documentación	no existe	si existe
<b>personal</b>		
personal de planta	12 funcionarios	33 funcionarios
personal externo	4 bachilleres	40 contratistas

## Objetivos

Contribuir al establecimiento de una organización operativa de mayor efectividad en las entidades responsables por el medio ambiente, que facilite el cumplimiento de funciones y logro de objetivos. Proveer a los funcionarios de las entidades, de instrumentos conceptuales y prácticos para el estudio, comprensión y evaluación integral de la problemática ambiental de la ciudad y su entorno.

Facilitar los medios para la obtención de información básica para una acertada planificación y toma de decisiones referentes al mejoramiento del medio ambiente.

Contribuir al mejoramiento de las condiciones logísticas y locativas de las entidades responsables del manejo ambiental.

## Operatividad

**Entidad responsable:** Debe ser la entidad dueña del proyecto, Acuacar-Alcaldía de Cartagena, ya que es quien recibirá el respaldo financiero del Banco Mundial y por tanto debe responder por la utilización de los recursos.

**Entidad ejecutora:** Por ser la entidad ambiental más débil en consolidación, recursos y gestión ambiental, se considera que Damarena es la entidad que debe recibir el apoyo para fortalecimiento.

**Supervisión:** Acuacar-Alcaldía de Cartagena estarán al tanto de la ejecución del programa.

## Perfil del programa

El fortalecimiento institucional debe estar orientado a la inversión en los siguientes aspectos: capacitación y entrenamiento

del personal, asistencia técnica y adquisición de equipos.

### *La capacitación y entrenamiento del personal*

Se deberán desarrollar actividades de capacitación, actualización y entrenamiento del personal.

Las actividades pueden ser: cursos, talleres, seminarios, pasantías. Los cursos serán de carácter abierto pero de *obligatoria participación para el personal de Damarena*. Ya que la problemática ambiental esta relacionada con el desarrollo (proyectos y obras), es importante involucrar personal encargado de la planeación (v.gr.,POT) y áreas específicas de gestión ambiental del municipio.

Se recomienda que los cursos estén articulados a un *reconocimiento profesional a nivel de postgrado* (especialización o diplomado), con el fin de darles status formal y seriedad, e incentivar a empleados.

Para facilitar la asistencia e integración con las actividades diarias de trabajo, los cursos deben desarrollarse en *Cartagena*.

Con el fin de garantizar que los esfuerzos que se hagan en este aspecto, se reviertan en el mejoramiento del funcionamiento de la entidad, deben tenerse en cuenta los niveles y temas a desarrollarse para definir el personal al cual será de mayor utilidad, de acuerdo con su cargo y funciones dentro de la entidad. Se requiere que los funcionarios tengan continuidad laboral, especialmente para los cursos en los cuales se tendrá preferencia por los funcionarios de carrera administrativa.

Para definir y dar prioridad a los temas a desarrollar debe contemplarse el contexto ambiental local, por tanto *la capacitación debe estar centrada en la problemática ambiental de la ciudad de Cartagena*. Los cursos deben incluir:

1. Conocimientos sobre los principios técnicos y científicos que rigen la problemática,
2. Conocimientos sobre la administración, gestión, políticas y normatividad, aspectos financieros, económicos y sociales relacionados con la problemática,
3. Herramientas para manejo de información y toma de decisiones.

En la tabla 54, se citan algunos de los temas sugeridos.

Los cursos deben involucrar el trabajo en equipo -tipo taller- con discusión de los temas tratados, para lo cual es aconsejable que el grupo sea de 10 a 12 personas, organizando varios cursos si es necesario. Deben ser preparados con suficiente anticipación para programar horarios de trabajo y para que sean debidamente preparados en todos sus aspectos.

Se sugiere que cada mes se realice 1 curso con una intensidad total de 20 horas de clase, distribuidas en 1 semana, es decir, 4 horas por día. En total se sugieren 20 cursos durante los dos años previstos para este programa, lo cual acumula cerca de 400 horas. Cada curso contará en lo posible con prácticas, ejercicios y con documentos resumen de los temas tratados para su difusión.

Se recomienda que la ejecución de estos cursos la lleve a cabo la Unidad del Pos-

grado Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos<sup>1</sup>, Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Medellín, unidad reconocida trayectoria que cuenta con experiencia previa en este tipo de cursos con nivel de postgrado para entidades particulares, con profesores de planta y especialistas vinculados para temáticas particulares. Damarena y Acuacar definirán el contrato o convenio interinstitucional pertinente.

Para la realización de las pasantías o giras guiadas a otros lugares, se recomiendan aquellas ciudades costeras de condiciones ambientales similares, para el caso del manejo de las aguas residuales y el ESC, se recomiendan ciudades como: Sydney (Australia), Santos, Ipanema y Jacarepaguá en Río de Janeiro (Brasil), Concepción/Talcahuano, Chillán, Penco, Tomé y Valparaíso (Chile), Seattle Washington, Honolulu y Los Ángeles (EU).

### *La asesoría técnica*

Para la adopción de herramientas útiles y nuevas tecnologías para la obtención, procesamiento y manejo de información básica, bases de datos y cartografía, como los sistemas de información ambiental (SIA) y geográfica (SIG), Damarena necesitara de asistencia técnica especializada en dichos temas.

Damarena debe contratar la asistencia técnica para obtener la capacitación y asesoría necesaria para el montaje y la conexión a redes de información ambiental interinstitucional local, regional y nacional, así como el acceso y uso de la in-

<sup>1</sup> En forma previa a esta recomendación, se consulto sobre la disposición de dicha entidad.

Tabla 54. Algunas de las temáticas sugeridas para los cursos de capacitación y entrenamiento temática

<b>principios técnico-científicos</b>	
ecología y restauración	
ecosistemas costeros	
geomorfología costera	
hidráulica y sedimentos	
hidrología	
limnología	
oceanografía y climatología	
recursos pesqueros	
manejo de humedales	
recursos naturales renovables y no renovables	
monitoría ambiental de calidad de aguas, aire y suelos	
control del contaminación	
sociología de uso de recursos naturales	
<b>principios administrativos, de gestión, sociales y otros</b>	
auditorías ambientales	
economía de recursos naturales	
evaluación económica, econometría	
evaluación financiera vs. económica de proyectos	
coordinación interinstitucional	
gerenciamento y planeamiento ambiental	
gestión ambiental	
planeación urbana y regional	
políticas y normativa ambientales	
procesos de categorización y evaluación de proyectos	
industria y medio ambiente	
<b>herramientas de manejo</b>	
desarrollo e interpretación de indicadores ambientales	
desarrollo tecnológico (modelación)	
elaboración de términos de referencia	
estudio de impacto ambiental (EIA)	
evaluación ambiental (EA)	
evaluación multiobjetivo y toma de decisiones	
formulación de planes de acción ambiental	
formulación de programas de protección, restauración y conservación	
formulación de proyectos	
modelos de planeación, dinámica de sistemas	
obtención, producción y utilización de información básica	
sistemas de información ambiental y geográfica	

formación de la red mundial Internet. Ya que dentro de las recomendaciones de este estudio, se plantea la contratación por parte de Acuacar de una Secretaria técnica de manejo ambiental del ESC –la cual centralizará la información generada por los diferentes programas de manejo ambiental del ESC– se recomienda que dicha secretaría constituya el centro de información ambiental que estaría en el futuro a cargo de Damarena, por lo cual esta entidad deberá involucrar funcionarios de tiempo completo para participar en ella desde su creación y montaje. Una vez concluido el proyecto ESC, se habrá acumulado experiencia y entrenamiento en su manejo.

Se debe tener en cuenta la existencia local de instituciones diversas, con información ambiental en variedad de disciplinas y en proceso de generación de la misma, que podrían entrar a colaborar con el acopio de información sobre otros proyectos y que tendrían también acceso a la información generada durante el desarrollo del ESC. Algunas de ellas son:

- instituciones distritales: Dadis, secretaria de Educación, secretaria de planeación - Oficina de Ordenamiento Territorial
- entidades regionales: Cardique, Corpes Costa Atlántica,
- centros de investigación especializados: Invemar, CIOH-Dimar, Instituto de Hidráulica-Universidad de Cartagena, Inpa, CIO (hoy Sección Maestría en gestión ambiental de la Universidad Jorge Tadeo Lozano).

#### **Mejoramiento y adquisición de equipos**

Para facilitar y permitir la implantación

de los anteriores aspectos se requiere la dotación de equipos y medios de soporte físico y de sistemas mínimos. Se recomienda que una vez definidos los alcances y evaluadas las propuestas de los asesores técnicos, se evalúen las necesidades y se proceda a la adquisición.

En el caso de Damarena es evidente la necesidad de equipos de oficina como fax, plotter, computadores y programas para el desarrollo de bases de datos y sistematización de cartografía, dotación para el centro de documentación y archivo.

Es importante tener en cuenta que Damarena cuenta con poco personal, por lo cual la creación e implantación del centro de documentación (inicialmente Secretaria técnica de manejo ambiental del ESC), puede requerir una reorganización, redefinición de funciones y responsabilidades y vinculación de personal adicional.

#### **Oportunidad y Duración**

El programa de fortalecimiento institucional debe iniciarse en el segundo semestre de 1999, época en la que se tiene previsto iniciar los diferentes programas recomendados en el presente estudio y que comenzarán a aportar información, así como aquellos que involucran a Damarena como entidad ejecutante. La duración total cubrirá un período de 54 meses, entre julio del 2000 y diciembre del 2004, cuando terminaría la fase constructiva del ESC y Damarena toma a su cargo el centro de información montado y con abundante material.

Se prevé un período de 4 meses para el proceso de concurso y contratación de -

consultores y asesores; 14 meses para la Implementación y montaje de sistemas SIA y SIG, mes 5 a mes 18; a partir del mes 19 hasta el final del proceso, mes 54 en el 2004, se tendrá el entrenamiento en el manejo de la información acumulada y su sistematización.

**Presupuesto estimado**

El presupuesto estimado para el programa es de US\$224.000

Se contemplan los siguientes ítems para el cálculo de costos de esta recomendación:

- Contratos o convenios con consultores para implementar los cursos de capacitación y entrenamiento, que incluyen: expertos de alto nivel, entidades, insumos (ayudas audiovisuales, papelería, fotocopias,...)
- Tiquetes, viáticos, contactos para pasantías a otras ciudades

- Equipos: sistemas y programas de computación, muebles, papelería, líneas y aparatos telefónicos, fax, cuentas internet, fotocopadoras, impresoras, escáner, plotter.

## Suministro de agua potable a poblaciones nucleadas de la Zona Norte

### Justificación

Las poblaciones nucleadas de la Zona Norte, ubicadas dentro del área de influencia del ESC, en general han recibido precaria atención por parte de las autoridades distritales para mejoramiento de sus condiciones de vida. Esto se refleja, entre otros aspectos, en la carencia de vías de comunicación adecuadas, servicios de transporte público y en un alto grado de necesidades básicas insatisfechas, siendo una de las más importantes el suministro adecuado de agua potable (ver capítulo IVc).

En los últimos años se han elaborado en la Zona Norte proyectos de desarrollo turístico y urbanístico de baja densidad (Hotel Dann, Colegio George Washington, Colegio Británico, Urbanización Terranova, entre otros), con variado nivel de ejecución, en los cuales no se han contemplado medidas para remediar la carencia de agua potable de estas poblaciones.

Estas poblaciones, como se mencionó antes, se encuentran dentro del área de influencia del ESC (Tierrabaja y Punta Canoas se encuentran a menos de un kilómetro del eje del emisario), cederán terrenos para las obras y sufrirán las incomodidades del proceso constructivo pero no serán beneficiarias directas de su operación, no obstante en el futuro, el ESC podría recibir, con adecuación de redes y plantas, las aguas cloacales de dichas poblaciones (ver capítulo V).

Los pobladores manifiesta temores relacionados con las posibles consecuencias negativas que podría acarrearles la puesta en operación del emisario (malos olores, deterioro del paisaje y otras derivadas de una eventual falla en el sistema). Estos temores son infundados, las especificaciones técnicas del diseño del ESC así lo aseguran, pero las expectativas generadas pueden conducir a una oposición al proyecto.

En las reuniones de consulta pública del ESC en la Zona Norte (ver anexo I) se acordó con las comunidades que el Distrito de Cartagena y Acuar ampliarían el proyecto de suministro de agua potable de la Zona Norte para dar cobertura a las poblaciones de Punta Canoas, Manzanillo del Mar, Tierra Baja y Puerto Rey, como medida compensatoria por el desarrollo del ESC en el vecindario de estas poblaciones.

El proyecto de Acuar, al momento de preparar este informe, se encuentra para aprobación del Concejo Distrital, con un costo de col\$7.500 millones (ca. 5 millones de dólares) y cubre las poblaciones de Punta Canoas y Manzanillo del Mar y 938 predios rurales. Con este programa de compensación se pretende asegurar el suministro de agua potable a las poblaciones de Punta Canoa y Manzanillo del Mar y la extensión del servicio hasta las localidades de Tierrabaja y Puerto Rey.

### Objetivos

Compensar los temores infundados de las comunidades residentes —que no se resolverán con el suministro de agua potable— pero contribuirá en gran medida a moderar las expectativas.

Efectuar los diseños complementarios de redes primarias y tanques elevados para extender el suministro de agua potable a Tierrabaja y Puerto Rey.

Adelantar la construcción de las obras diseñadas para el suministro de agua potable a Tierrabaja y Puerto Rey y de las pertinentes al suministro de agua potable a las poblaciones de Punta Canoas y Manzanillo del Mar, dentro del proyecto para la Zona Norte que está por aprobarse en el Concejo Distrital de Cartagena<sup>1</sup>.

### Operatividad

**Entidad responsable.** La responsabilidad de este programa debe estar en cabeza de Acuar, como entidad ejecutora del ESC y como encargada por el Distrito de Cartagena para el suministro de agua potable a su población.

**Entidad ejecutora.** Los diseños para Tierrabaja y Puerto Rey pueden ser ejecutados por el equipo técnico de Acuar. Para la construcción de las obras, Acuar debe abrir licitación pública.

**Supervisión.** Debe ser adelantada directamente por Acuar.

### Perfil del programa

Los diseños y la construcción de las obras se pueden adelantar dentro del marco del proyecto de Acuar para el suministro de agua potable a la Zona Norte de

<sup>1</sup> El proyecto de acueducto para la Zona Norte fue incluido como componente del crédito Proyecto de Suministro de Agua Potable, Manejo de Aguas Residuales y Saneamiento Ambiental otorgado por el Banco Mundial a Cartagena de Indias. El costo del proyecto por tanto no hace parte de los costos ambientales del ESC.

Cartagena. Sin embargo, se recomienda replantearlos, incluyendo el suministro a Tierrabaja y Puerto Rey, como un subproyecto con destinación específica a compensar las expectativas de estas comunidades.

Para el diseño del suministro a Tierrabaja y Puerto Rey se debe incluir una estación de rebombeo y contemplar tres alternativas de conexión:

- desde el extremo sur de la red de la zona norte, longitud 11 km
- desde la red de la ciudad que surte a la zona suroriental, longitud 10 km
- desde la red de la ciudad que surte a la población de La Boquilla, longitud 8 km

Las obras propuestas en este programa de compensación incluyen solamente la construcción de las redes primarias hasta las localidades y de tanques de distribución a nivel del terreno, dentro de ellas.

### Oportunidad y duración

El programa deberá ser ejecutado durante el período de construcción del ESC, de la siguiente manera:

- red hasta Tierrabaja y Puerto Rey (desde zona S, longitud de 11 km) I. Diseño, mes 1 a mes 3. II. Contratación de la construcción (TdR, evaluación, selección de propuestas y contratación), mes 4 a mes 8. I.I. Construcción, mes 9 a mes 16
- para Punta Canoa y Manzanillo del Mar, el suministro está asegurado con cualquiera de las dos empresas que sea designada para el suministro de agua potable a la zona norte.

**Bibliografía citada**

- APHA. 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. Fifteen Edition. American Public Health Association, Washington.
- Abella, G. H. & R. M. Molina, 1985. Estimación de la Captura y Esfuerzos pesquero presente en la Ciénaga de Tesca y el puerto de La Boquilla. Tesis, Universidad Jorge Tadeo Lozano. 49 p.
- American Society for Testing and Materials. 1991. Annual Book of ASTM Standards, vol. 11.04. ASTM, Philadelphia, PA.
- American Society for Testing and Materials. 1991. Guide for conducting 10-day static sediment toxicity tests with marine and estuarine amphipods. E 1367-90, In: Annual Book of ASTM Standards, vol. 11.04. ASTM, Philadelphia, PA.
- Amezquita Moreno, I., 1989. Ecosistema del manglar, su conservación y manejo (Costa Atlántica colombiana). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (monografía). Bogotá, 67 p.
- Andrade A., C. & Y. F. Thomas, 1988. Sedimentos en suspensión e hidrodinámica al sureste del delta del río Magdalena, Mar Caribe (Colombia). En: Boletín científico CIOH, N° 8, julio 1988. Cartagena, pag:3-107.
- Bacon, P. R. 1996. Wetlands and biodiversity. In: Wetlands, Biodiversity and the Ramsar Convention. The Role of the Convention on Wetlands in the Conservation and Wise Use of Biodiversity. Chapter 1, pp. 2-17, Ramsar Convention Bureau, Ministry of Environment and Forests, India. Edited by A.J. Hails.
- Banco Mundial, s. f. Gufas para los emisarios marinos y opciones alternativas de disposición y reutilización. Documento de actualización del libro de Consulta para la Evaluación Ambiental. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 13. Washington, D. C., 18 p. 4.
- Bello, Carlos A. 1989. Estudio hidrológico de la cuenca de la ciénaga de La Virgen, Instituto Nacional de los Recursos Renovables y del Ambiente. Cartagena.
- Bermudez G., F., 1986. Cuenca del Magdalena, su situación actual y sus perspectivas. En: Memoria del foro sobre contaminación del río Magdalena y sus alternativas de solución. Universidad del Norte, 5-6 de junio de 1986. Barranquilla, pag:83-94.
- Boland, G.S. & G.T. Rowe, 1991. Deep see benthic sampling with the GOMEX box corer. Limnol. & Oceanogr. 36: 1015-1020.
- Bruun, P. 1978. Stability of tidal inlets. Theory and engineering. Developm. in Geotech. Eng., Vol. 23, Elsevier S. Publ., Amsterdam.
- Campos, N. H., 1998. Contaminación del medio marino con énfasis en la franja costera del océano Pacífico y Caribe colombiano. Notas para clase Especialización Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Universidad EAFIT. Medellín, 28 h.
- Cardique, 1997. Diagnóstico y zonificación de los manglares del departamento de Bolívar. Informe final Cardique. Cartagena, 228 p. + tablas.
- Carinsa. 1994. Estudio preliminar y Fase III. Cruce Bazurto Anillo Sur. Ciénaga de La Virgen. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Cartagena.
- Carinsa-Incoplán Ltda, 1993. Obras de rehabilitación del río Magdalena sector Barrancabermeja - La Gloria. Estudio de Impacto Ambiental. Santafé de Bogotá, 81 p + anexos.
- Carrillo, Nestor F. 1995. Informe final programa de reforestación manglarica en la Ciénaga de la Virgen y bahía de Barbacoas. Damarena, Cartagena.
- Castro M., A., 1986. Desarrollo y proyección del transporte del río Magdalena como potencia socio-económica del país. En: Memoria del foro sobre contaminación del río Magdalena y sus alternativas de solución. Universidad del Norte, 5-6 de junio de 1986. Barranquilla, pag:1-39.
- Castro S., Luz A., 1997. Estudio de la contaminación por pesticida, en ecosistemas costeros en el área de Cartagena, Ciénaga de La Virgen y zona agrícola adyacente (CIOH-IAEA). Sección de Contaminación Marina CIOH. En: Boletín Científico CIOH N° 18, dic. de 1997, Cartagena, pag: 15-22.
- Centro de Investigaciones Ambientales, 1987. Estudio de impacto ambiental por la construcción del anillo vial de Cartagena sobre la ciénaga de La Virgen. Vol. I. Aspectos técnicos del estudio de impacto ambiental, conclusiones y recomendaciones. Centro de Investigaciones Ambientales, Universidad de Antioquia. Medellín, 160 p.
- Cintron, G. & J. Schaeffer-Novelli., 1993. Introducción a la ecología de manglar. Rostlas UNESCO. Montevideo, 116 p.
- CIOH, 1998a. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera desde Galerazamba hasta bahía de Barbacoas y censo franja litoral caribe. Tomo II: Caracterización. Convenio de colaboración CIOH-Cardique, enero 1998. Cartagena de Indias 407 p.
- CIOH, 1998 b. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera desde galerazamba hasta bahía de Barbacoas y censo franja litoral caribe. Tomo III: Diagnóstico. Convenio de colaboración CIOH-CARDIQUE, enero 1998. Cartagena de Indias, 108 p.
- CIOH. 1981. Concepto sobre el máximo nivel de las aguas en la ciénaga de La Virgen. Cartagena.
- CITES, 1997. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). <http://www.wcmc.org.uk/CITES>.

- Damarena, 1995. Programas de reforestación manglarica en la ciénaga de La Virgen y Bahía de Barbacoas. Proyectos: Recuperación de manglares en la ciénaga de La Virgen y en Pasacaballos. Cartagena, p.
- Del Valle Clavijo, Pedro Luis, 1984. Distribución de la macrofauna béntica de la ciénaga La Virgen con base en su clasificación jerárquica y sus características físico-químicas. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Tesis de grado). Cartagena, 60 h.
- Del Valle, J. I. & M. L. Gómez. 1996. Guía de campo para el estudio de la dinámica y estructura de los manglares en Colombia. Elaborada para el proyecto *Conservación y manejo para uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente y Organización de Maderas Tropicales. Medellín. 107 pp + anexos.
- Diario el Espectador, 14 de febrero de 1987 pg costa 1.
- Diario el Espectador, 25 de febrero de 1987 pg costa 5.
- Díaz Rubiano, M. A., 1990. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la laguna costera de Puerto Colombia (Atlántico), Caribe colombiano. Tesis de Grado Biología. Universidad Nacional de Colombia, Fac. Ciencias, Depto de Biología. Bogotá, 155 p.
- Duque, A., 1992. Ambientes acuáticos en agonía. Tipos y características de humedales en Colombia. En: *Ecología*, Año III N° 13, septiembre-diciembre de 1992. Bogotá, pag: 8-12.
- Duque, H. 1978. Geotectónica y evolución de la región noroccidental colombiana. Bol. Geol. Ingeominas, Vol 23 (3): 1-37. Bogotá.
- El Universal. 1998. En diciembre arrancarán vías de zona Norte. Periódico El Universal, 22 de Noviembre de 1998. Cartagena, pag: 1A.
- El Universal. 1998a. Todo listo para construcción de vías en zona Norte. Periódico El Universal, 30 de Noviembre de 1998. Cartagena, pag 8A.
- El Universal. 1998b. Agua para la Zona Norte, Acuanorte inaugura planta. Periódico El Universal, 21 de Noviembre de 1998. Cartagena, pag 1A.
- García V., M. A., 1990. Esquema de la red trófica de la ciénaga de La Virgen. En: Steer-Ruiz, R. (ed). VII Sem. Nal. de Cien. y Tec. del Mar, Cali (Valle) Colombia, oct. 30 - nov. 2, pp. 663 - 672.
- Green. E.P., Mumby, P.J., Edwards, A.J., Clark. C.D. y & A.C. Ellis, 1998. The Assessment of Mangrove Areas using High Resolution Multispectral Airborne Imagery. Journal of Coastal Research, 14 (2): 433-443.
- Gunnerson, C.G. 1988. Wastewater Management for Coastal Cities-the Ocean Disposal Option. Technical Paper 77, World Bank, Washington, D.C.
- Gunnerson, Charles G., French, Jonathan A., (eds), 1996. Wastewater Management for Coastal Cities. The Ocean Disposal Option. With contributions by Qian Ming Lu et al, Springer Verlag, Berlin, 345 p.
- Haskoning-Carinsa, 1996 (a) Suplemento, Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Septiembre de 1996. Cartagena, 56 p. Anexos + Figuras.
- Haskoning-Carinsa, 1996 (b). Diagnóstico de alternativas. Proyecto Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Marzo de 1996. Cartagena, 125 p. Anexos.
- Haskoning-Carinsa. 1996a. Memoria técnica: Morfología de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Cartagena, 32 pp.
- Haskoning-Carinsa. 1996b. Memoria técnica: Hidrología de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia.
- Haskoning-Carinsa. 1996c. Memoria técnica: Hidráulica de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de La Virgen, Cartagena, Colombia. Cartagena.
- Hawkins, Felipe, 1973. Contribución al estudio biológico y ecológico del Anomalcandia brasillana "Chipi-Chipi" en la ciénaga de Tesca. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad Ciencias del Mar.
- Hazen & Sawyer. 1998a. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino. Informe final.
- Hazen & Sawyer. 1998b. Diagnóstico ambiental de alternativas del emisario para la disposición de las aguas residuales de Cartagena en el mar Caribe. Informe Final.
- Hazen and Sawyer, 1998. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino. Informe preliminar.
- Hidroestudios, 1977. Diseño de las obras de rehabilitación de la Zoana Suroccidental de Cartagena. Obras de adecuación de terrenos. Cartagena.
- Hidrotec. 1981. Plan maestro de drenajes pluviales de Cartagena. Cartagena.
- Huguett, A. 1988. Resumen de la hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar, al norte del Canal del Dique. Informe 1971.1. Boletín Geológico, Vol 29. INGEO-MINAS. Bogotá.
- Incoplan Ltda 1994. Puente Zambrano - Plato. Estudio de Impacto Ambiental. Santafé de Bogotá, 45 p + anexos.
- Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, 1998. Plan de manejo y control ambiental de las zonas portuarias y costeras del área de jurisdicción de CARDIQUE. Informe de

- avance No. 1. (Mayo, 1998). Convenio 412-97. Universidad de Cartagena, Fac. Ciencias e Ingeniería-Cardique. 202 p. Anexos 32 p.
- Jaramillo de Olarte, Lucia, 1993. Aves de Colombia 167 especies... ¡déjelas volar!. ATA Fondo Filantrópico, Instituto Colombiano de Cultura Hispanica. Litografía Arco. Santafé de Bogotá, 288 p.
- Kirchner, G. And H. Ehlers, 1998. Sediment Geochronology in Changing Coastal Environments: Potentials and Limitations of the  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  Methods. *Journal of Coastal Research*, 14 (2): 483-492.
- Klingebiel, A. & G. Vernet, 1979. Estudio batimétrico y sedimentológico en la plataforma continental entre Cartagena y la desembocadura del río Magdalena (Colombia). En: *Boletín científico CIOH*, N° 2. Cartagena, pag:55-70.
- Kreeke, J. Van de, 1985. Stability of multiple inlets. Proc. 19th Int. Conf. Coastal Engineering Houston, ASCE, New York.
- Lemaitre Eduardo, diario El Tiempo, 24 de noviembre de 1986. p. 5A.
- Lobo Guerrero y C.S. Ingenieros Contratistas. 1941. Obras sanitarias de Cartagena. Cartagena.
- Levins, R. 1968. Evolution in changing environments; some theoretical explorations. *Monographs in population biology*, n° 2. Princeton, N.J., Princeton University Press, ix, 120 p.
- Ludwig, Rusell G., 1988. Evaluación del impacto ambiental. Ubicación y diseño de emisarios submarinos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud. Documento Gufa de EIA, preparado conjuntamente por Centro de Investigación de Monitoreo y Evaluación, King's College London, Universidad de Londres y Organización Mundial de la Salud. Traducido por H. J. Salas e impreso en CEPIS. Lima, 46 p. Anexos.
- Lugo, A. E. & S. C. Sendaker, 1974. The ecology of mangroves. En: *Anu. Rev. Ecol. Syst.* 5:39-64.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. xiv + 1010 pp.
- Marin R., R., 1992. Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia. Ministerio de Agricultura, HIMAT. 2ª edición. Santafé de Bogotá. 412 p.
- Ministerio del Medio Ambiente, 1997. Estado y realizaciones de la gestión ambiental en Colombia. Informe al Congreso de la República. Eduardo Verano de la Rosa. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, 195 p.
- Morrison, R. I. G. & R. K. Ross, 1989. Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America. in two volumes. Canadian Wildlife Service. Ottawa, 325 p.
- MOPT & Carinsa, 1994. Estudio preliminar y fase III, cruce Bazurto anillo sur de la Ciénaga de la Virgen. Informe final del estudio de fase III. Marzo de 1994. Volumen IX : Estudio de Impacto Ambiental. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Cartagenera de Ingenierías S. A.. Cartagena, 73 p. + figuras.
- MOPT & Carinsa, 1994. Estudio preliminar y fase III, cruce Bazurto anillo sur de la Ciénaga de la Virgen. Informe final. Marzo de 1994. Cartagena, 73 p. + figuras.
- National Climatic Data Center. 1998. Atlantic Hurricane Tracking Data by Year. [http://wxp.atms.purdue.edu/hur\\_atlantic/](http://wxp.atms.purdue.edu/hur_atlantic/)
- Neotrópicos. 1996. Diseño de metodologías y procedimientos de evaluación de problemáticas de flora y fauna asociadas a desarrollos de los varios sectores a cargo del Ministerio del Medio Ambiente.
- Niemeyer, H.D., 1990. Course: "Coastal Morphology". CM 5: Morphodynamics of tidal inlets. TU Delft, Netherlands, 45 pp.
- Obrdlik, P. & L. C. García Lozano. 1992. Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos abundance in the Upper Rhine alluvial floodplain. *Arch. Hydrobiol.* 124 (2): 205-224
- Ortiz, P. 1988. Características del medio físico de la cuenca de la ciénaga de La Virgen. ESTINCO - INDERENA. Reg. Bolívar. Cartagena.
- Paolini, J., 1990. Carbono orgánico disuelto y particulado en grandes ríos de la América del sur. En: *Interciencia*, Vol. 15 N°6, nov-dic, 1990. Caracas, pag: 358-366.
- Pérez G., M. E., A. Gómez G., C. H. Victoria R., 1977. La comunidad de las raíces sumergidas del mangle rojo como indicadora de contaminación en algunas zonas de la Bahía de Cartagena. Publicación del Comité de Protección Ambiental de Cartagena "COPAC". Cartagena, 50 p.
- Petrobras Gasoducto Bolivia-Brasil S. A., septiembre 1997. Plan de Manejo Ambiental, Manual de Gerencia, volumen 2. (Extraído del PMA de Dames & Moore). Proyecto gasoducto Bolivia-Brasil, sector boliviano.
- Pinto-Nolla, F. & G. Naranjo-González. 1994. Influencia de la salinidad y el pH en la morfometría, morfología y ecología del mangle salado *Avicennia germinans* (L.) en diferentes sectores del litoral Caribe colombiano. Tesis Biología Marina. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 196 p.
- Prinz, A & A. Davy, 1995. Guías para los emisarios marinos y opciones alternativas de disposición y reutilización. Departamento del Medio Ambiente. Banco Mundial. Número 13, 18 pp.
- Reyes, R. & N. H. Campos, 1992. Macroinvertebrados colonizadores de raíces de *Rhizophora* mangle en la Bahía de Chengue, Caribe colombiano. En: *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, No. 21. Santa Marta, pag: 101-116.
- Roberts, Philip J.W., 1998. Dispersion from ocean outfalls. En: *WQI*, May/June 1988, (p. 43-48).

- Rodas L., E. & M. Zarate V, 1994. Magnitud composición y valor económico de las capturas realizadas por una unidad de pesca trasmallera de La Boquilla, en el área de influencia de Cartagena entre 1987 y 1993. Cartagena de Indias.
- Rodríguez, J.J. y N.J. Windevoxhel, 1998. Análisis regional de la situación de la zona marina costera centroamericana. Informe técnico, BID-Departamento de Desarrollo Sustentable, División de Medio Ambiente, 103 pp.
- Saldarriaga, J. & M. Alvarado, 1986. Esfuerzos par evitar el deterioro del último tramo del río Magdalena. En: Memoria del foro sobre contaminación del río Magdalena y sus alternativas de solución. Universidad del Norte, 5-6 de junio de 1986. Barranquilla, pag:51-65.
- Sánchez, A., 1992. Sobre agua, falta criterio. Humedales, apagón y guerras del agua. En: Ecológica, Año III N° 13, septiembre-diciembre de 1992. Bogotá, pag: 4-7.
- Sanchez-Páez, H. & R. Alvarez-León (eds), 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Organización Internacional de Maderas Tropicales. Santafé de Bogotá, 511 p.
- Universidad de Cartagena. 1994. Plan Maestro de Ordenamiento Físico para la Isla de Barú y la Zona Norte de Cartagena. Marzo de 1994. p. 166.
- Urbano, J., Y. Thomas, C. Parra, P. Genet, 1992. Dinámica de la pluma de turbidez del canal del Dique en la Bahía de Cartagena, Colombia. En: Boletín científico CIOH, N° 11, julio 1992. Cartagena, pag:3-14.
- World Resources Monitoring Centre, 1999. Map. 1, Intertropical Americas. Home page internet: <http://www.wcmc.org.uk>.

**Anexos**

## El proceso de consulta

Tal como lo especifican las directrices operacionales del Banco Mundial (Actualización N° 5 sobre la participación pública en la evaluación ambiental), durante el proceso del desarrollo y preparación de un proyecto a financiar, el ESC, es requisito fundamental la participación pública, con el fin de identificar los grupos que posiblemente serán afectados por el proyecto.

### Reuniones de información y discusión

Así, para el caso del Emisario submarino para Cartagena, el proceso de preparación del proyecto y sus alternativas ha contado con espacios para la presentación, análisis y debate, sobre el mismo, los más destacados son:

1. Stakeholders (1998 y 1999)
2. Consulta pública 9.2.99
3. Panel de expertos

Se desarrollaron dos eventos (Stakeholders), uno en febrero de 1998 y el otro un año después, ambos en la ciudad de Cartagena, así como la Consulta pública recientemente desarrollada en el

sector Las Palmeras en la Zona Suroriental de la ciudad.

Durante estos eventos se presentaron los diferentes proyectos para el Manejo de Aguas residuales de la ciudad, incluyendo lo relacionado con el estudio de factibilidad para la disposición final a través de un emisario submarino.

La concurrencia estuvo compuesta por líderes y representantes de las comunidades locales, las autoridades, representantes de Institutos descentralizados, regionales y locales, Universidades, ONGs, consultores de apoyo para el proyecto.

Se presentaron los estudios técnicos institucionales de Acuacar, ambientales y sociales del proyecto y se dio paso a sesiones de preguntas, las cuales promovieron el debate, la exposición de ideas y recomendaciones, las cuales permitieron identificar aspectos importantes en la concepción del proyecto y sus posibles impactos, tal es como el estado de turbulencia y sedimentación cuasi natural del área marina entre a Punta canoas y Cartagena por aportes del río Magdalena al mar Caribe, factor atenuante pero útil para el proceso de dilución esperado para

el emisario proyectado.

Para las comunidades locales, antecedentes como el caso de la bahía de Cartagena despiertan temores ante las posibles consecuencias nefastas para sus entorno y el desarrollo de sus actividades. También es fundamental para la comunidad la calidez en cuanto al costo del proyecto y el efecto del mismo sobre sus tarifas como usuarios actuales o potenciales del sistema de alcantarillado en ampliación hoy. Acuacar y los consultores dieron respuesta a las diversas inquietudes y quedaron planteadas las dudas por resolver o aspectos por precisar que debido a lo limitado del tiempo deberán ser consultadas en las copias de los diferentes estudios del proyecto.

Igualmente se desarrollaron reuniones entre representantes del Banco Mundial y las autoridades civiles, los dueños del proyecto, y las instancias garantes para discutir y avanzar en los aspectos financieros del proyecto.

### Panel de expertos

Durante los días 23 y 26 de febrero de 1998, se realizó un Panel de Expertos con el fin de analizar el primer informe de

avance del estudio de factibilidad de Hazen & Sawyer y proveer de recomendaciones y consideraciones para el desarrollo del mismo estudio. Se expuso a nivel muy general el status de la zona de interés para el proyecto, incluyendo la bahía de Cartagena y la ciénaga de Tesca, así como las posibles consecuencias del proyecto asociado de la Bocana estabilizada.

### Términos de referencia

Para la fijación de los términos de referencia para el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Manejo de aguas residuales de Cartagena, se realizaron consultas entre la entidad local evaluadora del proyecto, Cardiquey el Banco Mundial como entidad financiadora del mismo. A los términos inicialmente elaborados por Cardique se aunaron las recomendaciones relacionadas con las políticas del Banco Mundial, de acuerdo con sus directrices operacionales para este tipo de proyectos (tipo A) y su relación con los recursos hídricos, legislación ambiental internacional (v.gr., Acuerdos, Convenciones) y las comunidades posiblemente afectadas por el proyecto.



44. Arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



45. Arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



46. Trabajo en grupo, consulta previa arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



47. Arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



48. Trabajo en grupo, consulta previa arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



49. Consulta previa arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



50. Arroyo de Piedra

foto Neotrópicos

## **Anexos 1. Encuentros de Consulta previa, a las comunidades influenciadas por el proyecto de manejo y disposición de las aguas residuales de Cartagena. ESC.**

### **Metodología**

Las consultas previas a las comunidades influenciadas por el proyecto ESC, se realizaron con el objetivo de divulgar las características técnicas y ambientales del proyecto, los planes y proyectos que existen en la actualidad para mejorar las condiciones ambientales y de saneamiento básico del Distrito (Plan Maestro de Alcantarillado) y socializar con las comunidades sus opiniones e inquietudes

sobre el proyecto para el manejo y disposición de las aguas residuales de Cartagena a través de un emisario submarino.

La metodología utilizada para el desarrollo de las consultas se basó en talleres de divulgación, con el diseño de estrategias para el trabajo en grupos. (Protocolos para la identificación por parte de la comunidad de las condiciones de saneamiento básico de las zonas y socialización de las mismas en plenarias), y exposiciones de las características técnico ambientales del proyecto, por parte de Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos, encargados de realizar los estudios de prefactibilidad y diseño para el manejo y disposición de las aguas residuales de Cartagena; la exposición de

las condiciones actuales del saneamiento básico (alcantarillado y acueducto) en Cartagena y los proyectos que se vienen implementando a nivel Distrital para el mejoramiento ambiental de la ciudad, estuvo a cargo de ACUACAR.

Se realizó una consulta para cada comunidad influenciada por el proyecto ESC, con un promedio de 50 personas por taller. Las convocatorias a las comunidades contaron con el apoyo de las organizaciones de base y asociaciones de líderes de las zonas ( Red de Ciudadanos de la Zona Norte, Asociación de Líderes de la zona sur oriental) Así mismo, se convocó a las diferentes instituciones comprometidas y encargadas de la gestión

ambiental en el Distrito (DAMARENA, CARDIQUE, Ecofondo, Planeta Azul, Planeación Distrital, Corporación Islas del Rosario, Secretaria de Participación Ciudadana,, INPA, entre otros)

La organización y convocatorias de las diferentes consultas, fueron realizadas por la Fundación Vida, para el Desarrollo Integral, ONG local con experiencia en trabajos comunitarios y participación ciudadana en proyectos ambientales.

A continuación se presentan las actas en las cuales se recogió la información de cada una de las actividades desarrolladas en las consultas.

## Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena Encuentro de Consulta Previa Acta N° 1

**ZONA:** Arroyo de Piedra  
**FECHA:** 20 de Octubre de 1998  
**LUGAR:** Oficina del corregidor

### OBJETIVOS

1. Iniciar un proceso de Participación Ciudadana y Comunitaria en las comunidades influenciadas a través de la divulgación y Consulta Previa
2. Caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental de la ciudad y de la zona.
3. Presentar las características técnico-ambientales y socio culturales del Estudio que se presenta.
4. Conocer las opiniones e inquietudes de la comunidad sobre el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas residuales de Cartagena.
5. Proponer acciones conjuntas que involucren a la comunidad con el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas Residuales de Cartagena.

### ORDEN DEL DÍA

- 8:00 - 8:30 Inscripciones e Instalación de la Consulta  
 8:30-8:40 Ejercicio de la Participación Ciudadana y Comunitaria en proyectos de Inversión Social. Fundación Vida. Dra. Carmenza Morales  
 8:40 - 8:55 Condiciones de Saneamiento Ambiental de Cartagena. ACUACAR. Ing. Benjamín Alvarez.  
 8:55 - 9:15 Trabajo de Grupo sobre las

Características de saneamiento ambiental de la Zona. Comunidad e Instituciones

- 9:15 - 9:30 Refrigerio  
 9:30 - 10:00 Plenaria  
 10:00 - 11:00 Presentación de las características Técnico ambientales del Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas residuales de Cartagena. Hazen and Sawyer.  
 11:00 - 12:00 Formulación de las inquietudes y opiniones de la comunidad con relación al estudio que se presenta. Comunidad. Fundación Vida (Coordina)  
 12:00 - 1:00 Almuerzo  
 1:00 - 2:30 Lectura, agrupación temática y resolución de inquietudes. Fundación Vida (Coordina)  
 2:30 - 3:00 Propuesta de Acción Conjunta. Lectura del Acta.

### Desarrollo de la Consulta

**Intervención de Carmenza Morales:**  
 Para efectos de reconocer la importancia de la participación comunitaria en este tipo de proyectos, invita a miembros de la comunidad a definir qué es participación, lo cual se hace en términos de tomar parte en reuniones y convocatorias que se hacen sobre su problemática y calidad de vida. A continuación explica cómo la Constitución de 1991 abrió espacios para que las comunidades participen en la gestión de proyectos de desarrollo. Así mismo, aclaró que la ley define la participación comunitaria en los proyectos ambientales; las comunidades deben no sólo ser informadas sino hacer parte de la puesta en marcha de los proyectos y en la discusión de su impacto sobre la calidad de vida. Así mismo, por decreto del Ministerio del Interior, la ley exige esta

consulta en zonas de influencia de comunidades negras. Es muy importante que la comunidad haga una reflexión y exprese sus opiniones e inquietudes, pues la consulta alimentará el Plan de Manejo Ambiental con relación a los impactos positivos o negativos del Proyecto. La autoridad ambiental tendrá en cuenta la consulta para expedir el respectivo permiso, e incluir en él las obligaciones de mitigación y medidas de compensación de impactos negativos por parte de las entidades ejecutoras. La expositora presentó cinco características fundamentales de la consulta: pluralidad étnica, transparencia de la información, autonomía comunitaria para involucrarse en el proyecto, hacerle seguimiento y participar organizadamente; publicidad abierta a todos; y control y fiscalización, en la medida en que la participación de la comunidad continúa haciendo un seguimiento al proyecto.

**Intervención de ACUACAR Ing. Benjamín Alvarez:**

Inició su exposición informando de la existencia de un Plan Maestro para lograr el abastecimiento de aguas de la ciudad de Cartagena y un plan Maestro de Alcantarillado. A continuación explicó que el 65% de las aguas servidas están siendo recogidas y depositadas sin ningún tipo de tratamiento en la Ciénaga de Tesca y la Bahía de Cartagena. Estos cuerpos de agua no tienen la capacidad para asimilar tal aporte de aguas servidas, lo que hace que se deterioren sus condiciones ambientales, pues a la ciénaga llegan 65.000 mtrs<sup>3</sup> /día y a la bahía 90.000 mtrs<sup>3</sup> /día. Explicó que el sistema actual de alcantarillado tiene una cobertura del 65% de los barrios de la ciudad, no tiene suficiente

capacidad, es obsoleto y presenta deficiencias de instalación, entre otros aspectos. Explicó que el objeto del Plan Maestro de Alcantarillado es que el 95% de la población tenga este servicio, sin producir daños al medio ambiente. En la primera etapa del Plan se hará el saneamiento de la ciénaga de la virgen y en la segunda de la bahía. Lo primero que se está haciendo es eliminar las descargas a la Ciénaga, con la construcción de tuberías colectores de las aguas servidas; así mismo, se adelanta la construcción del sistema de alcantarillado de la zona sur oriental, para llevar las aguas hasta la estación de bombeo Paraíso y de allí a un sistema de tratamiento, de donde se enviarán al mar a través de un emisario submarino.

De acuerdo con la reflexión de los grupos de trabajo en torno a la caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental particulares de la zona, se identificaron los siguientes elementos, socializados en plenaria:

¿Cómo funciona el Saneamiento Básico en su zona? ¿Qué Efectos produce en...  
 ¿Qué hace que produzcan estos efectos?  
 — **Agua Potable:** No hay servicio de agua potable, ACUACAR no ha cumplido, supuestamente en Junio de 1998 debería estar instalado. El agua es traída de Cartagena, pues ACUACAR se hizo dueño de las redes del acueducto que existía en la comunidad, hizo una planta y finalmente se suspendió el servicio y nos quedamos sin agua.

— **Alcantarillado:** No existe, las aguas servidas se vierten en cuencas y arroyos, como la quebrada de los Pocitos. Un miembro de la comunidad calcula que

existen un 10% de pozos sépticas, otro miembro calcula unos 40 pozos.

**Basuras:** Se botan al chorro, o se queman o se entierran. También en gran parte se arrojan en solares ajenos o baldíos. El tratamiento de las basuras requiere de un trabajo arduo que consiste en barrer, amontonar, botar y quemar. **La Vida Marina:** Cuando llueve arrastra residuos al mar.

**Los Cuerpos de Agua Dulce:** Están contaminados, producen rasquiña, los arroyos se han secado, el volumen de las aguas no es igual al de antes y el agua a no es cristalina.

**La Vegetación:** La basura perjudica las plantas.

**Los Animales:** Muerte de cangrejos y peces. La vida de los animales está amenazada por contaminación de agua dulce.

**El Hombre:** Enfermedades por vertimiento de aguas servidas y mal manejo de basuras. Al bañarse en la poza de Juan o poza del pueblo se produce rasquiña. Se perdió el acueducto que existía y ahora el agua se transporta desde Cartagena.

Los pozos sépticos devuelven olores.  
— La comunidad identifica una disminución muy sensible de la pesca.

¿Qué soluciones cree usted que pueden generarse para controlar estos efectos?

Que se de un monitoreo del Distrito. Capacitación en educación ambiental. Mayor presencia del distrito. Traer un carro de basura por lo menos dos veces por semana.

Intervención de Hazen and Sawyer: Expone el proyecto de factibilidad para el

tratamiento de las aguas residuales para Cartagena, con una proyección de 25 años, que incluye el desarrollo de la zona norte y sur. Defiende la necesidad de rescatar la ciénaga de la virgen, como recurso natural (Manglar, flora, fauna, control de inundaciones) y para evitar el riesgo de enfermedades. Plantea como objetivo implementar y aumentar las redes de alcantarillado, colectores y líneas de impulsión, rehabilitación e instalación de nuevas estaciones de bombeo, para lo cual se identificó más de 100 proyectos por un valor de 69 millones de dólares. Presentó las cuatro alternativas para las aguas residuales: a) depositarlas todas en la bahía. b) Todas en la ciénaga. c) Para riego de cultivos. d) Descarga al mar caribe. Los estudios demuestran que la alternativa cuatro es la más viable por protección al medio ambiente, uso de tecnología apropiada, costos razonables y fácil operación y mantenimiento. El mar caribe tiene mayor capacidad asimilativa. Esta tecnología es estabilizada, pues es usada en varias ciudades de América Latina, ofrece un riesgo mínimo en la salud pública y costo mínimo de operación y mantenimiento. Explica que el material orgánico se dispersa en el agua por las corrientes; en proporción de 1X100 los patógenos se dispersan y tienen muerte natural en un 90% en 2 horas. Se plantea un programa de pretratamiento para los elementos tóxicos y metales pesados. La propuesta consiste en recoger todas las aguas para darles un tratamiento preliminar cerca de Punta Canoas, que remueva el 50% de sólidos, para luego hacer la descarga en el mar a una profundidad de 20 mtrs. A 3 kilómetros de la orilla en el mar caribe, con un costo de 80 millones de dólares. La propuesta tiene como meta lograr mejoras inmediatas a costos

alcanzables, un sistema flexible que se pueda ampliar o mejorar, impactos reversibles, tecnología confiable y operación sencilla. Se explicó que se hicieron estudios de corrientes y mareas que garantizan que en el área escogida los patógenos no llegan a las costas. Entre los beneficios que se plantearon, estaría una mejoría en la salud pública, incremento del potencial turístico y de la economía local, generación de empleo y el mejoramiento del hábitat del fondo del mar, pues la descarga atraería peces a la zona y puede producir una nueva biología marina como langosta y camarón.

Después de las exposiciones sobre las características Técnico ambientales y socio culturales del estudio de factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena, los participantes identificaron las siguientes inquietudes frente al mismo y expresaron sus opiniones, a continuación se presenta el resultado de este ejercicio.

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena

## OPINIONES INQUIETUDES

En esta área si hay coral, langosta y camarón.

Para aprobar se necesita que se reúna todo el pueblo y toda la zona norte. Siempre hemos sido abandonados y sólo cuando nos necesitan nos consultan, por eso no estamos de acuerdo.

El proyecto traerá perjuicios de contaminación y crisis económica, pues esperamos un día el desarrollo turístico de la zona y nuestra fuente de trabajo es la pesca.

- El proyecto no nos beneficia y nos puede afectar el turismo.
- El tubo debe mantenerse donde estaba primero, si ya empezaron con una contaminación para qué contaminar otra parte.
- Con el tiempo se va a contaminar, no aceptamos porque estas comunidades carecen de trabajo y la playa es la única fuente de trabajo que podemos atraer para explotar el turismo.
- El proyecto alejará a quien quiera invertir en Arroyo de Piedra, nos vienen a quitar lo único que nos queda.
- Se contamina la playa, no podemos hacer negocio turístico. La comunidad no acepta, nos perjudica.
- Debemos ponernos de acuerdo con las demás comunidades.
- Esta es una zona que no visitan los turistas por eso es que lo quieren hacer aquí.
- ¿Cómo nos prueban que no nos afecta?
- ¿Por qué dicen que aquí no hay peces?
- ¿Si nos negamos que pasaría, seguiría el proyecto?
- ¿Por qué habiendo otras partes no traen el proyecto acá?
- ¿Qué tal que lleguen a contaminarse los peces de qué vivirán los pescadores?
- ¿Qué proyectos compensatorios hay para las comunidades afectadas?
- ¿Cómo nos garantizan que no se afecta a la comunidad?
- ¿Las aguas negras se expanden al descargarse? ¿Hasta dónde llega la expansión?
- ¿Por qué nos traen las aguas sucias?
- ¿En qué nos beneficia y en qué nos afecta?
- ¿Si el agua de mar se contamina de qué vivirán los pescadores?
- ¿Por qué nos quieren perjudicar qui-

tándonos el mar a las personas de la comunidad?

— ¿Qué alternativas hay después del proyecto?

— A largo plazo que va a pasar, ¿cómo nos garantizan que a largo plazo no nos afecta? Porque si va a afectar las islas del rosario, ¿no nos afectaría aquí?

— ¿Por qué no hacen el emisario más adelante?

— ¿Este es un proyecto que ya está definitivo?

— ¿Por qué ahora sí se acuerdan de nosotros?

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de

factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena

#### OPINIONES INQUIETUDES

— Lo que a nosotros nos interesa es que el proyecto no contamine. No estamos negociando el emisario a cambio de proyectos o empleos. ¿Cómo vamos a negociar la riqueza del mar?

— Cuando se construya el emisario, van a decir que nuestras comunidades son las contaminadas y nos van a obligar a conectarnos. El problema de fondo es el empleo. ¿Cómo vamos a pagar la conexión?

— Están poniendo por encima a los corales que a los negros.

— Hay mucha extensión de agua a lo largo de la carretera de la cordialidad. ¿Por qué no llevar el emisario un poco más lejos?

— Debe estudiarse una alternativa 5

— ¿Quién me garantiza que mañana mi hijo se puede bañar en el mar?

— ¿Por qué no llevar el emisario un poco más lejos donde no haya riesgo para estas comunidades?

#### Propuesta de Acciones Conjuntas:

— Reunión conjunta de las comunidades de la zona norte.

— Fundación social. Invita y hace propuesta de hacer mesas de trabajo para que se contemplen otras variables y que se convoque a otros sectores de la ciudad.

— Contratación de técnicos ambientales o especialistas que ayude a la comunidad a dar confiabilidad a la comunidad sobre el proyecto.

— CARDIQUE debe desarrollar su estructura de penetración a la comunidad, en materia de educación ambiental. Se debe buscar una consultoría para las comunidades impactadas. Buscar la participación del posgrado de la universidad Javeriana y universidad Jorge Tadeo Lozano.

Una vez formuladas todas las inquietudes y opiniones expresadas por la comunidad, se agruparon temáticamente, se leyeron en conjunto y se dio paso a la resolución de las mismas. A continuación se presentan los resultados de este ejercicio.

Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de Arroyo de Piedra con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

responsable	inquietud	temática	respuesta
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Cómo nos prueban que no nos afecta?	general	El estudio de un año de las corrientes marinas demuestran que en el veril de 20 mtrs. Las aguas nunca llegarán a las costas.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Por qué dicen que aquí no hay peces?	general	Se hicieron 2 pruebas con dos equipos diferentes de buzos, y en el lugar de descarga sólo encontraron lodos.
CARDIQUE FUNVIDA	¿Si nos negamos que pasaría, seguiría el proyecto?	jurídico	La autoridad ambiental evalúa teniendo en cuenta la consulta. La ley colombiana no contempla el veto.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Por qué habiendo otras partes no traen el proyecto acá?	general	Es el punto más viable por costos, por biología marina, por el uso de la infraestructura vial por donde pasaría el tubo.
FUNVIDA	¿Qué tal que lleguen a contaminarse los peces de qué vivirán los pescadores?	socioeconómica	Se propuso la contratación de un especialista que de confiabilidad a lo dicho por Hazen and Sawyer
ACUACAR	¿Qué proyectos compensatorios hay para las comunidades afectadas?	socioeconómica	Hay beneficios indirectos como empleo temporal. Se propuso montar una mesa de trabajo.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Las aguas negras se expanden al descargarse? ¿Hasta dónde llega la expansión?	físico -ambiental	En un radio de 400 mtrs.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Por qué nos traen las aguas sucias?	general	La ciudad requiere de una solución, las aguas vertidas no llegarán a la comunidad.
ACUACAR Hazen and Sawyer	¿En qué nos beneficia y en qué nos afecta?	general	Beneficios para todos los pobladores de Cartagena y área de influencia. No los afecta directamente.

## Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de Arroyo de Piedra con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

Cristina García Hazen and Sawyer	¿Si el agua de mar se contamina de qué vivirán los pescadores?	socioeconómica	Habrà una planta de pretratamiento y programas para que la industria no arroje contaminantes tóxicos.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Por qué nos quieren perjudicar quitándonos el mar a las personas de la comunidad?	general	No se tiene la voluntad de perjudicar a nadie, ni deteriorar el mar, el mar tiene amplia capacidad de dilución
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Qué alternativas hay después del proyecto?	general	Està diseñado hasta el año 2025. Habrà monitoreo permanente. El sistema es flexible y siempre se podrá agregar elementos y hacer correctivos, en caso de algùn problema
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	A largo plazo que va a pasar, ¿cómo nos garantizan que a largo plazo no nos afecta?	general	El proyecto està diseñado hasta el año 2025, los impactos están estudiados hasta ese tiempo. En el 2025 será necesario hacer una evaluación general.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Por qué si afecta las islas del rosario no nos afectará acá?	general	Porque los estudios de biología marina han demostrado que las islas son un parque natural de mucha diversidad, y también por los resultados de los estudios de corrientes.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Por qué no hacen el emisario más adelante?	general	Por Costos
CARDIQUE	¿Este es un proyecto que ya està definitivo?	general	No. Es un estudio de factibilidad
	¿Por qué ahora sí se acuerdan de nosotros?	general	Se propuso discutir con las otras comunidades.
FUNVIDA	¿Quién me garantiza que mañana mi hijo se puede bañar en el mar?	ambiental	Existen mecanismos de veeduría y control por parte de la comunidad y mecanismos legales.

## Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena Encuentro de Consulta Previa Acta N° 2

ZONA : Manzanillo del Mar  
FECHA : 21 de Octubre de 1998  
LUGAR : Biblioteca

### OBJETIVOS

1. Iniciar un proceso de Participación Ciudadana y Comunitaria en las comunidades influenciadas a través de la divulgación y Consulta Previa
2. Caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental de la ciudad y de la zona.
3. Presentar las características técnico - ambientales y socio culturales del Estudio que se presenta.
4. Conocer las opiniones e inquietudes de la comunidad sobre el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas residuales de Cartagena.
5. Proponer acciones conjuntas que involucren a la comunidad con el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas Residuales de Cartagena.

### ORDEN DEL DÍA

- 8:00 - 8:30 Inscripciones e Instalación de la Consulta
- 8:30-8:40 Ejercicio de la Participación Ciudadana y Comunitaria en proyectos de Inversión Social. Fundación Vida. Dra. Carmenza Morales
- 8:40 - 8:55 Condiciones de Saneamiento Ambiental de Cartagena. ACUACAR. Ing. Benjamín Alvarez.

8:55 - 9:15 Trabajo de Grupo sobre las Características de saneamiento ambiental de la Zona. Comunidad e Instituciones

9:15 - 9:30 Refrigerio

9:30 - 10:00 Plenaria

10:00 - 11:00 Presentación de las características Técnico ambientales del Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas residuales de Cartagena. Hazen and Sawyer.

11:00 - 12:00 Formulación de las inquietudes y opiniones de la comunidad con relación al estudio que se presenta. Comunidad. Fundación Vida (Coordina)

12:00 - 1:00 Almuerzo

1:00 - 2:30 Lectura, agrupación temática y resolución de inquietudes. Fundación Vida (Coordina)

2:30 - 3:00 Propuesta de Acción Conjunta. Lectura del Acta.

### Desarrollo de la Consulta

Intervención de Carmenza Morales: Explico que éste es un proyecto de saneamiento básico que por mandato de la ley debe ser difundido a las comunidades para que ellas participen en la gestión del mismo, el cual requiere la licencia ambiental por parte de la autoridad competente, en este caso CARDIQUE. A continuación explico que el proyecto consiste en la instalación de un emisario submarino en el mar caribe, cerca de Punta Canoas, para depositar las aguas servidas a una profundidad de 20 Mtrs. Informé que el ministerio del interior expidió un decreto que exige hacer esta consulta en zonas de influencia de comunidades negras. La consulta alimentará el Plan de Manejo Ambiental. Explicó que la consulta no tiene como finalidad que la co-

munidad apruebe o no el proyecto, pues la autoridad ambiental es quien decide si la licencia se otorga o no. El proyecto tiene que cumplir con una serie de aspectos que la ley establece y es importante que la comunidad acompañe a CARDIQUE en la evaluación del mismo. Así mismo es importante que los participantes reflexionen y expresen sus opiniones e inquietudes, pues la autoridad ambiental tendrá en cuenta la consulta para expedir el respectivo permiso e incluir en él las obligaciones de mitigación y medidas de compensación de los impactos negativos que se generen.

### Intervención de ACUACAR Ing. Benjamín Alvarez:

Explicó que los elementos básicos del saneamiento son el manejo que se da al abastecimiento del agua, la recolección, transporte y disposición de aguas servidas y la recolección, transporte y disposición de desechos sólidos. El Plan Maestro de alcantarillado es la estructura que se ha montado para solucionar el problema de las aguas servidas de Cartagena. Actualmente el sistema sólo tiene una cobertura del 65%. En la ciudad las aguas residuales son depositadas a la ciénaga de la virgen y la bahía de Cartagena, sin ningún tipo de tratamiento. Estos cuerpos de agua no tienen la capacidad para asimilar tal aporte lo que hace que se deterioren sus condiciones ambientales, pues a la ciénaga llegan 65.000 mtrs<sup>3</sup> /dfa y a la bahía 90.000 mtrs<sup>3</sup> /dfa. Explicó que además el sistema actual de alcantarillado es obsoleto y presenta deficiencia de instalación. El objeto del Plan Maestro es que el 95% de la población tenga este servicio, sin producir daños al medio ambiente. En la primera etapa del

Plan se hará el saneamiento de la ciénaga de la virgen y en la segunda de la bahía. Actualmente se adelanta la construcción de tuberías colectores y del sistema de alcantarillado de la zona sur oriental, para llevar las aguas hasta la estación de bombeo paraíso y de allí a un sistema de tratamiento, de donde se enviarán al mar a través de un emisario submarino. Finalmente aclaró que lo que se busca es hacer el saneamiento de la ciénaga y de la bahía sin que se alteren las condiciones ambientales del mar caribe, pues no se trata de cambiar de sitio el problema de contaminación.

De acuerdo con la reflexión de los grupos de trabajo en torno a la caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental particulares de la zona, se identificaron los siguientes elementos, socializados en plenaria:

¿Cómo funciona el Saneamiento Básico en su zona? ¿Qué Efectos produce en...  
¿Qué hace que produzcan estos efectos?  
- Agua Potable: No hay acueducto, el agua se trae por medio de carro tanque que no viene suficientemente limpio, el servicio es regular.

- Alcantarillado: No hay servicio de alcantarillado. Existe aproximadamente un 50% de instalación de pozos sépticos, los residuos van al caño, a la ciénaga y al mar caribe.

- Basuras: No hay servicio de recolección de basuras, ni existe un tratamiento adecuado de las mismas. Se utilizan diferentes sitios como basureros, muchas veces las basuras son arrojadas en los lotes, en los orillas del caño Guayapito, en los lugares públicos y en la ciénaga.

- La Vida Marina: Disminución del recurso pesquero en el mar y en la ciénaga.

- Los Cuerpos de Agua Dulce: Las aguas se estancan, no encuentran donde desembocar y sólo llegan al caño cuando llueve. El agua de lluvia arrastra las arenas al caño.

- La Vegetación: Erosión de la tierra. (corte de árboles)

- Los Animales: El mal tratamiento de basuras y aguas servidas atrae mosquitos. Los animales consumen esta agua que van a parar a las calles y mueren con sufrimiento.

- El Hombre: Afecta principalmente a los niños. Diarrea, virosis y enfermedades de la vista.

- Falta de alcantarillado y recolección de basuras.

- Falta de servicios de agua potable.

- Mal manejo de basuras.

- Destrucción de la naturaleza por parte del hombre.

¿Qué soluciones cree usted que pueden generarse para controlar estos efectos?

- Programas de capacitación para el manejo de residuos sólidos y aguas servidas.

- Construcción de un embalse para el manejo de aguas residuales.

- Relleno sanitario.

- Tratamiento doméstico del agua (Hervirla).

- Construcción de acueducto.

- Enterrar basuras, construcción de pozas sépticas.

- Dar más participación a la población juvenil para que desarrollen campañas de aseo con apoyo institucional serio.

- Continuidad en campañas y programas.

- Reciclaje, mayor presencia y atención del distrito.

- Que un carro de basuras llegue por lo menos una vez a la semana.

#### Intervención de Hazen and Sawyer:

Inicia la exposición ilustrando la ubicación de Cartagena y los cuerpos de agua que la rodean. Se anticipa que el desarrollo futuro urbano y turístico se dará en la zona norte, hasta algo más allá de Punta Canoas y hacia el sur en Barú y Tierra Bomba. El turismo es un aspecto muy importante de la economía Cartagenera, por lo cual es necesario protegerla. Los dos cuerpos de agua más importantes de la ciudad están contaminados. Explicó la situación de la bahía de Cartagena, entre cuyos usos está la recepción de aguas domésticas e industriales. Con relación a la ciénaga de Tesca explica la necesidad de rescatarla como recurso natural y por motivos de salud pública, pues la ciénaga cumple funciones de producción de manglar, flora y fauna y control de inundación y es un ecosistema muy sensible y está más afectado que la bahía. Presentó cuatro alternativas para las aguas residuales: a) depositarlas todas en la bahía. b) Todas en la ciénaga. c) Para riego de cultivos. d) Descarga al mar caribe. Los estudios demuestran que la alternativa cuatro es la más viable por protección al medio ambiente, uso de tecnología apropiada, costos razonables y fácil operación y mantenimiento. El mar caribe tiene mayor capacidad asimilativa. Esta tecnología es estabilizada, pues es usada en varias ciudades de América Latina, ofrece un riesgo mínimo en la salud pública y costo mínimo de operación y mantenimiento. Explica que el material orgánico se dispersa en el agua por las corrientes;

en proporción de 1X100 los patógenos se dispersan y tienen muerte natural en un 90% en 2 horas. Se plantea un programa de pretratamiento para los elementos tóxicos y metales pesados. La propuesta consiste en recoger todas las aguas para darles un tratamiento preliminar cerca de Punta Canoas, que remueva el 50% de sólidos, para luego hacer la descarga en el mar a una profundidad de 20 mtrs. A 3 kilómetros de la orilla en el mar caribe. La propuesta tiene como meta lograr mejoras inmediatas a costos alcanzables, un sistema flexible que se pueda ampliar o mejorar, impactos reversibles, tecnología confiable y operación sencilla. Se explicó que se hicieron estudios de corrientes y mareas que garantizan que en el área escogida los patógenos no llegan a las costas. Entre los beneficios que se planean, estaría el mejoramiento del hábitat del fondo del mar, pues la descarga atraería peces a la zona y puede producir una nueva biología marina como langosta y camarón.

Después de las exposiciones sobre las características Técnico ambientales y socio culturales del estudio de factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena, los participantes identificaron las siguientes inquietudes frente al mismo y expresaron sus opiniones, a continuación se presenta el resultado de este ejercicio.

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena

#### OPINIONES INQUIETUDES

- Este programa me parece importante para nuestro desarrollo.

- Este taller debería hacerse en dos días, para que cuando no se pueda responder algo, se pueda hacer al día siguiente.

- Es nuestro propósito que se creen ambientes de discusión sobre el ambiente. Esta fue una buena oportunidad.

- Es un buen proyecto para la ciénaga

- El proyecto busca mejorar las condiciones de vida de la población Cartagenera.

- Esperamos que este proyecto no provoque ninguna anomalía de contaminación en esta zona.

- Es un proyecto benéfico, según lo han planteado parece que va a ser bueno y no va a perjudicar el turismo.

- Tienen que cumplirse todos los reglamentos y leyes

- Si el proyecto no va a contaminar las aguas, ni dañar los peces, ni ningún ser vivo que está en el mar, pues que se inicie el proyecto.

- El proyecto es muy bueno, siempre y cuando nos tengan en cuenta a nosotros.

- ¿Se han hecho estudios volcanológicos en la zona? Tengo entendido que en esta zona hay volcanes.

- ¿En un emisario submarino, no debe ser un primer mandato que no vaya materiales tóxicos y metales pesados?

- ¿A mediano y largo plazo que han pensado que va a pasar con el agua que va a la ciénaga proveniente de contaminantes químicos utilizados en la agricultura?

¿No seguirán éstos contaminando la ciénaga? ¿Qué se va a hacer con los químicos y pesticidas que van a la ciénaga, se seguirá contaminando la ciénaga?

- ¿Por qué si las aguas contaminadas nos afectan, van a parar al mar?

- Que estos proyectos no nos perjudique, que no vaya a contaminar nuestras aguas.

- ¿Cómo vamos a trabajar para que ni la comunidad, ni los peces se vean afectados por este proyecto?

- ¿Aseguran ustedes que todo será un éxito?

- ¿Este proyecto generará más impuestos?
- ¿Si el proyecto se inicia nuestras comunidades estarán conectadas al alcantarillado?
- ¿Qué soluciones se han presentado para

los problemas de contaminación de la zona?

- ¿Qué beneficios trae el proyecto?
- ¿Quién garantiza que se solucionará el problema de contaminación de la ciénaga?

#### Propuesta de Acciones Conjuntas:

- Insistir en el análisis de qué ocurre con el saneamiento ambiental de la zona, pues así como cuando pasa el camión de

la basura por la carretera pero no entra, así mismo, el emisario submarino pasará por nuestra puerta, sin contar con nosotros con servicio de alcantarillado.

Una vez formuladas todas las inquietudes y opiniones expresadas por la comunidad, se agruparon temáticamente, se leyeron en conjunto y se dio paso a la resolución de las mismas. A continuación se presentan los resultados de este ejercicio.

Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de Manzanillo del Mar con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

Responsable	Inquietud	temática	Respuesta
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Se han hecho estudios volcanológicos en la zona? Tengo entendido que en esta zona hay volcanes.?	físico ambiental	No. No teníamos información de ese tipo.
CARDIQUE ACUACAR	¿A mediano y largo plazo que han pensado que va a pasar con el agua que va a la ciénaga proveniente de contaminantes químicos utilizados en la agricultura? ¿No seguirán éstos contaminando la ciénaga? ¿Qué se va a hacer con los químicos y pesticidas que van a la ciénaga, se seguirá contaminando la ciénaga?	ambiental	El tema ha sido abordado por Haskoning y Carinsa en el proyecto la Bocana. Es un asunto que queda pendiente por solucionar. Le eliminación de descarga de aguas residuales es un primer paso, para descontaminar la ciénaga.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿En un emisario submarino, no debe ser un primer mandato que no vaya materiales tóxicos y metales pesados?	ambiental	Sí, pero eso lo pueden garantizar las autoridades con los controles que se hagan.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Por qué si las aguas contaminadas nos afectan, van a parar al mar?	ambiental	Los volúmenes de agua residual son tan altos que ya ni la bahía, ni la ciénaga tiene capacidad asimilativa. La descarga en el mar caribe es una de las maneras más económicas y bien manejadas no van a generar problemas de contaminación.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Este proyecto generará más impuestos?	socioeconómica	Quien contamina debe pagar. Este costo será transferible a todos los que se beneficien del servicio de alcantarillado.
ACUACAR	¿Si el proyecto se inicia nuestras comunidades estarán conectadas al alcantarillado?	socioeconómica	La solución está mucho más cerca. La comunidad debe gestionar esto para que sea posible.
ACUACAR	¿Qué soluciones se han presentado para los problemas de contaminación de la zona?	ambiental	La prioridad es el acueducto, la respuesta la debe dar el Distrito. En este momento se está elaborando el Plan de Ordenamiento Territorial. Los corregimientos deben velar porque sus necesidades queden allí inscritas.
Cristina García Hazen and Sawyer	Esperamos que este proyecto no provoque ninguna anomalía de contaminación en esta zona.	ambiental	La capacidad del sistema es por lo menos hasta el año 2025. O sea que desde el comienzo va a tener una buena capacidad para el caudal de las aguas actuales. No tiene por qué haber anomalía y si llega a existir, hay un plan de contingencia para resolverla.

## Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de Manzanillo del Mar con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

ACUACAR	¿Qué beneficios trae el proyecto?	general	Indirectos, contratación de mano de obra local, creación de fuentes de trabajo durante la construcción (venta de alimentos). Los directos son los que tiene que ver con el mejoramiento ambiental de la ciudad de la zona que en últimas está relacionados con el desarrollo.
Cristina García Hazen and Sawyer	Que estos proyectos no nos perjudique, que no vaya a contaminar nuestras aguas.	ambiental	El mar caribe nos importa a todos, a nadie le conviene que el mar se contamine. Se va a hacer de la mejor manera para que eso no ocurra.
Fundación Vida Hazen and Sawyer	¿Cómo vamos a trabajar para que ni la comunidad, ni los peces se vean afectados por este proyecto?	general	Es una respuesta que debe salir de este trabajo, en las acciones conjuntas que formulemos. También se va a hacer un monitoreo permanente de la calidad del agua. Habrá un plan de contingencia. El Banco Mundial es muy estricto y no apoyará este proyecto sin monitoreo.
ACUACAR	¿Quién garantiza que se solucionará el problema de contaminación de la ciénaga?	ambiental	Quitándole la descarga de aguas residuales es indudable que la condición ambiental va a mejorar. Esto sumada a que existen otros proyectos como el de la bocana estabilizada que permitirá un intercambio de agua de la ciénaga con el mar caribe.
ACUACAR	¿Aseguran ustedes que todo será un éxito?	general	Creo que sí se puede asegurar, pues el distrito está empeñado en el proyecto como política y CARDIQUE deberá estar muy atento.
Charlie Carreño Cristina García Hazen and Sawyer	¿Por qué hasta ahora se han dado cuenta de la necesidad de solucionar el problema?	general	El proyecto ha sido estudiado por más de 25 años y la conclusión ha sido siempre la misma: Un emisario submarino, pero había que desarrollar otras etapas, como por ejemplo el alcantarillado.

## Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena Encuentro de Consulta Previa Acta N° 3

ZONA : La Boquilla  
FECHA : 24 de Octubre de 1998  
LUGAR : Mar Linda Casa comunitaria

### OBJETIVOS

1. Iniciar un proceso de Participación Ciudadana y Comunitaria en las comunidades influenciadas a través de la divulgación y Consulta Previa
2. Caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental de la ciudad y de la zona.
3. Presentar las características técnico - ambientales y socio culturales del Estudio que se presenta.
4. Conocer las opiniones e inquietudes de la comunidad sobre el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas residuales de Cartagena.
5. Proponer acciones conjuntas que involucren a la comunidad con el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas Residuales de Cartagena.

### ORDEN DEL DÍA

- 8:00 - 8:30 Inscripciones e Instalación de la Consulta
- 8:30-8:40 Ejercicio de la Participación Ciudadana y Comunitaria en proyectos de Inversión Social. Fundación Vida. Dra. Carmenza Morales
- 8:40 - 8:55 Condiciones de Saneamiento Ambiental de Cartagena. ACUACAR. Ing. Benjamín Alvarez.

- 8:55 - 9:15 Trabajo de Grupo sobre las Características de saneamiento ambiental de la Zona. Comunidad e Instituciones
- 9:15 - 9:30 Refrigerio
- 9:30 - 10:00 Plenaria
- 10:00 - 11:00 Presentación de las características Técnico ambientales del Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas residuales de Cartagena. Hazen and Sawyer.
- 11:00 - 12:00 Formulación de las inquietudes y opiniones de la comunidad con relación al estudio que se presenta. Comunidad. Fundación Vida (Coordina)
- 12:00 - 1:00 Almuerzo
- 1:00 - 2:30 Lectura, agrupación temática y resolución de inquietudes. Fundación Vida (Coordina)
- 2:30 - 3:00 Propuesta de Acción Conjunta. Lectura del Acta.

### Desarrollo de la Consulta

Intervención de Carmenza Morales: A partir de la constitución de 1991 se abrieron espacios ciudadanos para que los pobladores y las comunidades participen en la gestión de los proyectos de desarrollo social. Por tratarse éste de un proyecto de saneamiento, la ley requiere que las comunidades se pronuncien sobre el mismo. En este sentido manifestó que la constitución garantiza cinco principios de la participación: Pluralidad étnica, transparencia de la información, autonomía comunitaria para involucrarse en el proyecto, seguimiento y control a los mismos, participación organizada, publicidad abierta a todos. De tal forma la comunidad puede hacer un seguimiento del proyecto para garantizar que se ajuste a sus planteamientos originales. Explicó

que en el plano de una obra de desarrollo social de carácter ambiental, es necesario llenar una serie de especificaciones de tipo legal, como lo es la licencia de impacto ambiental para implementar el proyecto; cuando este documento se expide, recoge toda una evaluación técnica, científica y socio cultural, sobre el impacto de la obra, cuyos términos de referencia fueron elaborados por CARDIQUE, con los requisitos que debe cumplir el dueño de la obra. Dentro de estos términos está el requisito de la consulta comunitaria, pues por decreto del ministerio del interior se exige hacer dicha consulta en zonas de influencia de comunidades negras. La consulta alimentará el Plan de Manejo ambiental, para mitigar o compensar las eventuales situaciones negativas que se presenten en el desarrollo del proyecto. Una vez el Plan de Manejo esté listo, deberá ser expuesto a la comunidad y concertado con ella. Explicó que en Colombia la legislación permite concertar el Plan de Manejo Ambiental a través de la participación comunitaria. Sin embargo quien decide si se otorga o no la licencia ambiental es la autoridad ambiental, de acuerdo con los impactos que se reconocen en los estudios técnicos, científicos y socio culturales, la comunidad puede por su parte autónomamente asesorarse, investigar, y alimentar el proceso de información. Finalmente expresó que las leyes de participación están escritas y corresponde a los ciudadanos hacerlas valer por las vías que les otorga la ley.

Intervención de ACUACAR Ing. Benjamín Alvarez: Inició su exposición informando de la existencia de un Plan Maestro para lograr el abastecimiento de aguas de la ciudad de Cartagena y un plan Maestro de Al-

cantarillado. A continuación explicó que el 65% de las aguas servidas están siendo recogidas y depositadas sin ningún tipo de tratamiento en la Ciénaga de Tesca y la Bahía de Cartagena. Estos cuerpos de agua no tienen la capacidad para asimilar tal aporte de aguas servidas, lo que hace que se deterioren sus condiciones ambientales, pues a la ciénaga llegan 65.000 mtrs<sup>3</sup> /día y a la bahía 90.000 mtrs<sup>3</sup> /día. Explicó que el sistema actual de alcantarillado tiene una cobertura del 65% de los barrios de la ciudad, no tiene suficiente capacidad, es obsoleto y presenta deficiencias de instalación, entre otros aspectos. Explicó que el objeto del Plan Maestro de Alcantarillado es que el 95% de la población tenga este servicio, sin producir daños al medio ambiente. En la primera etapa del Plan se hará el saneamiento de la ciénaga de la virgen y en la segunda de la bahía. Lo primero que se está haciendo es eliminar las descargas a la Ciénaga, con la construcción de tuberías colectores de las aguas servidas; así mismo, se adelanta la construcción del sistema de alcantarillado de la zona sur oriental, para llevar las aguas hasta la estación de bombeo Paraíso y de allí a un sistema de tratamiento, de donde se enviarán al mar a través de un emisario submarino. De acuerdo con la reflexión de los grupos de trabajo en torno a la caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental particulares de la zona, se identificaron los siguientes elementos, socializados en plenaria:

¿Cómo funciona el Saneamiento Básico en su zona? ¿Qué Efectos produce en...  
¿Qué hace que produzcan estos efectos?  
- Agua Potable: Tiene cobertura total en la Boquilla, pero el flujo sólo existe para

un 50% por problemas de capacidad de pago. En Marlinda se hizo un acueducto con esfuerzo propio de la comunidad, pero actualmente no llega el agua, ésta se transporta en tanques plásticos desde el otro lado.

- Alcantarillado: Se está instalando en la boquilla, en Marlinda y en Villa Gloria, algunas personas tienen letrinas pero en general la disposición de aguas servidas y excretas se hacen a cielo abierto, o se descargan a los cuerpos de agua.

- Basuras: Parte de la basura se quema, parte se entierra o se usa para rellenar los patios.

- La Vida Marina: Disminución de la fauna.

- Los Cuerpos de Agua Dulce: Contaminación del agua.

- La Vegetación: Se afecta el manglar.

- Los Animales: se afecta la reproducción y vida de los peces,

- El Hombre: Enfermedades, disminución de la pesca, disminución del ingreso familiar, disminución de la alimentación, casos de venta de la propiedad.

- Falta de información y de conocimiento.

- Falta de comunicación de las instituciones con la comunidad por manejos políticos y administrativos.

- Desconocimiento a las comunidades, manipulación de la misma.

- Falta de sentido social de la comunidad.

- Discriminación social, castigo al nativo y tolerancia al depredador de cuello blanco.

- Falta de conciencia individual y comunitaria de conservación. Ausencia de compromiso con el entorno.

¿Qué soluciones cree usted que pueden generarse para controlar estos efectos?

- Educación ambiental
- Construcción de letrinas en Marlinda y Villa Gloria, que influirá en la solución de manejo de basuras.
- Reconocimiento social y estatal como comunidad capaz y como personas competentes
- Fomento al sentido de responsabilidad ante el ecosistema y defensa de la vida.
- Fomento a la conciencia familiar de no ser parte o cómplice de la contaminación.

#### Intervención de Hazen and Sawyer:

Expone el proyecto de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales para Cartagena, con una proyección de 25 años, que incluye el desarrollo de la zona norte y sur. Defiende la necesidad de rescatar la ciénaga de la virgen, como recurso natural (Manglar, flora, fauna, control de inundaciones) y para evitar el riesgo de enfermedades. Plantea como objetivo implementar y aumentar las redes de alcantarillado, colectores y líneas de impulsión, rehabilitación e instalación de nuevas estaciones de bombeo, para lo cual se identificó más de 100 proyectos por un valor de 69 millones de dólares. Presentó las cuatro alternativas para las aguas residuales: a) depositarlas todas en la bahía. b) Todas en la ciénaga. c) Para riego de cultivos. d) Descarga al mar caribe. Los estudios demuestran que la alternativa cuatro es la más viable por protección al medio ambiente, uso de tecnología apropiada, costos razonables y fácil operación y mantenimiento. El mar caribe tiene mayor capacidad asimilativa. Esta tecnología es estabilizada, pues es usada en varias ciudades de América Latina, ofrece un riesgo mínimo en la salud

pública y costo mínimo de operación y mantenimiento. Explica que el material orgánico se dispersa en el agua por las corrientes; en proporción de 1X100 los patógenos se dispersan y tienen muerte natural en un 90% en 2 horas. Se plantea un programa de pretratamiento para los elementos tóxicos y metales pesados. La propuesta consiste en recoger todas las aguas para darles un tratamiento preliminar cerca de Punta Canoas, que remueva el 50% de sólidos, para luego hacer la descarga en el mar a una profundidad de 20 mtrs. A 3 kilómetros de la orilla en el mar caribe, con un costo de 80 millones de dólares. La propuesta tiene como meta lograr mejoras inmediatas a costos alcanzables, un sistema flexible que se pueda ampliar o mejorar, impactos reversibles, tecnología confiable y operación sencilla. Se explicó que se hicieron estudios de corrientes y mareas que garantizan que en el área escogida los patógenos no llegan a las costas. Entre los beneficios que se plantearon, estaría una mejoría en la salud pública, incremento del potencial turístico y de la economía local, generación de empleo y el mejoramiento del hábitat del fondo del mar, pues la descarga atraería peces a la zona y puede producir una nueva biología marina como langosta y camarón, sobre las rocas que se podrán sobre la tubería del emisario en su recorrido bajo el agua.

Después de las exposiciones sobre las características Técnico ambientales y socio culturales del estudio de factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena, los participantes identificaron las siguientes inquietudes frente al mismo y expresaron sus opiniones, a continuación se presenta el resultado de este ejercicio.

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de cartagena

Opiniones Inquietudes

- Nos están haciendo un desalojo pasivo, pues si no tenemos trabajo, no tendremos con qué pagar.

- Que bueno que nos tuvieran en cuenta en esta consulta para que no suceda como con la construcción del anillo vial.

- El emisario no se sacó en la boquilla porque iba a afectar las playas de Boca grande.

- A largo plazo si nos va a afectar aunque al comienzo no parezca.

- El ser humano es universal y es claro que el proyecto va a ser beneficioso para Cartagena, pero así como nosotros vamos a colaborar al resto de la ciudad, el resto de la ciudad de Cartagena nos debe colaborar a nosotros.

- Para la comunidad es muy importante que se de la mayor cobertura posible a la difusión del proyecto, para que toda la comunidad participe dentro del estudio preliminar.

- Que se de a conocer el estudio de impacto ambiental del proyecto.

- El proyecto lo veo bien porque es un sistema que contrarresta la contaminación ambiental, porque a sí mismo la ciénaga puede coger vida y a la vez genera empleo.

- ¿Cómo garantizan que en los próximos veinte años vivirá la comunidad de pescadores con una ciénaga muerta?

- ¿Se han hecho estudios socio culturales para el proyecto?

- Necesitamos saber y tener mayor claridad no sólo sobre los beneficios, sino sobre los perjuicios que puede tener el proyecto.

- ¿Por qué no buscar otras alternativas di-

ferentes a las del emisorio?

- La ciénaga tiene otros factores que la perturban, como la contaminación química de los arroyos provenientes de la agro industria. ¿Qué va a pasar con eso?
- No se ve que están planteando una solución al canal del dique, que afecta a la ciénaga a través de la comunicación de la bahía por los cuerpos de agua?
- ¿Las corrientes llegarán hasta las playas de la boquilla?
- El patógeno que produce el cólera y la hepatitis no lo elimina el agua de mar

#### Propuesta de Acciones Conjuntas:

- Que se convoque a una asamblea general con las comunidades de la zona norte.
- Participación directa de la comunidad, con la firma ejecutora del proyecto y constructora, para manejar la difusión de este proyecto.
- Que se cree un comité de control y vigilancia de la comunidad para la ejecución de este proyecto.
- A través de los comités de control y vi-

gilancia, se pueden crear micro empresas dentro del proyecto con nativos que estén capacitados técnicamente para que el proyecto genere empleo en las comunidades de la zona norte.

#### Propuesta Unificada

- Pedimos asesoría técnica de amigos especialistas de la comunidad, para que confirmen qué beneficios trae el proyecto y también los inconvenientes de éste. Es decir, una tercera opinión, sobre qué otras alternativas tiene el proyecto. También pedimos reunirnos con toda la zona

norte, para llegar a una sólo conclusión con la asesoría técnica de amigos nuestros especialistas en la materia; que el proyecto pague a la comunidad estos técnicos en la materia.

Una vez formuladas todas las inquietudes y opiniones expresadas por la comunidad, se agruparon temáticamente, se leyeron en conjunto y se dio paso a la resolución de las mismas. A continuación se presentan los resultados de este ejercicio.

Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de La Boquilla con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

responsable	inquietud	temática	respuesta
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Por qué no buscar otras alternativas diferentes a las del emisorio?	general	Ya se buscaron, y el emisorio es el más adecuado por costos y por protección ambiental.
FUNVIDA	La ciénaga tiene otros factores que la perturban, como la contaminación química de los arroyos provenientes de la agro industria. ¿Qué va a pasar con eso?	ambiental	Dentro de los términos de referencia está contemplado la declaración de la ciénaga como reserva forestal, que tendrá un ordenamiento especial, en ese sentido debe darse una convergencia institucional para el manejo y protección de la ciénaga.
ACUACAR	No se ve que están planteando una solución al canal del dique, que afecta a la ciénaga a través de la comunicación de la bahía por los cuerpos de agua.	ambiental	El proyecto está enmarcado en el plan de saneamiento integral de la ciudad de Cartagena, del cual hace parte el programa de saneamiento de la bahía, el de caños y lagos y el de el canal del dique que está en estudio.
FUNVIDA	¿Se han hecho estudios socio culturales para el proyecto?	socio cultural	Sí, el Banco mundial ha contratado este estudio de forma independiente de la firma encargada del estudio técnico, este estudio está a cargo de la Fundación Neotrópicos.
Cristina García Hazen and Sawyer	Necesitamos saber y tener mayor claridad no sólo sobre los beneficios, sino sobre los perjuicios que puede tener el proyecto.	general	No se esperan perjuicios únicamente molestias temporales propias de la obra.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Las corrientes llegarán hasta las playas de la boquilla?	físico ambiental	Hay una corriente llamada deriva litoral influida por el canal; la corriente donde llega el emisorio a 3 kilómetros, no tiene ninguna influencia hacia la costa, la corriente sólo va de norte a sur o de sur a norte, nunca llega a la costa en el intervalo de 10 y 20 metros de profundidad.
Cristina García Hazen and Sawyer	El patógeno que produce el cólera y la hepatitis no lo elimina el agua de mar	ambiental	La corriente estudiada no llega a las playas nunca.

**Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena Encuentro de Consulta Previa Acta N° 4**

ZONA : Sur Oriental.  
FECHA : 25 de Octubre de 1998  
LUGAR : Centro Cultural Las Palmeras

**OBJETIVOS**

1. Iniciar un proceso de Participación Ciudadana y Comunitaria en las comunidades influenciadas a través de la divulgación y Consulta Previa
2. Caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental de la ciudad y de la zona.
3. Presentar las características técnico - ambientales y socio culturales del Estudio que se presenta.
4. Conocer las opiniones e inquietudes de la comunidad sobre el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas residuales de Cartagena.
5. Proponer acciones conjuntas que involucren a la comunidad con el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas Residuales de Cartagena.

**ORDEN DEL DÍA**

- 9:00 - 9:30 Inscripciones e Instalación de la Consulta  
9:30-9:40 Ejercicio de la Participación Ciudadana y Comunitaria en proyectos de Inversión Social. Fundación Vida. Dra. Carmenza Morales  
9:40 - 9:55 Condiciones de Saneamiento Ambiental de Cartagena. ACUACAR. Ing. Benjamín Alvarez.

9:55 - 10:55 Presentación de las características Técnico ambientales del Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de Aguas residuales de Cartagena. Hazen and Sawyer.

10:55 - 11:10 Refrigerio

11:10 - 12:00 Formulación y resolución de inquietudes y opiniones.

12:00 - 12:10 Lectura del acta.

**Desarrollo de la Consulta**

**Intervención de Carmenza Morales:** Este taller se programó considerando que es una zona de influencia directa del proyecto. Probablemente para la zona los impactos de construcción del emisario submarino son todos positivos. Explica que la constitución y la ley ambiental abrieron espacios de participación ciudadana para los proyectos ambientales, de forma tal que ellos sean divulgados ampliamente en las comunidades, para que ellas puedan hacerse interlocutores de los mismos. Pasó a exponer cinco características de la participación: Autonomía, transparencia de la información (objetiva, veraz, no manipulada); pluralidad étnica y economía (Retroalimentación de la comunidad por medio de espacios como la consulta previa). Por otra parte si las comunidades conocen los proyectos pueden constituirse en veedoras de los mismos, para que ellos se implementen adecuadamente y cumpliendo con los términos fijados. Explicó que todo proyecto de este tipo requiere una licencia expedida por la autoridad ambiental, quien toma la decisión de acuerdo con los resultados de estudios técnicos, científicos y socioculturales. La consulta es un insumo para elaborar el plan de manejo ambiental, relacionado con las acciones de mitigación relativas al impacto del proyecto. Anun-

ció que para este proyecto habrá audiencia pública ambiental. Anotó la solicitud de realizar un estudio para hacer de la ciénaga de la virgen un área de manejo especial, posiblemente integrada a la Popa.

**Intervención de ACUACAR Ing. Benjamín Alvarez:**

Existe un Plan Maestro para el abastecimiento de aguas de la ciudad de Cartagena y un Plan Maestro de Alcantarillado. Explicó que el 65% de las aguas servidas están siendo recogidas y depositadas sin ningún tipo de tratamiento en la Ciénaga de Tesca y la Bahía de Cartagena. Estos cuerpos de agua no tienen la capacidad para asimilar tal aporte de aguas servidas, lo que hace que se deterioren sus condiciones ambientales, pues a la ciénaga llegan 65.000 mtrs<sup>3</sup>/día y a la bahía 90.000 mtrs<sup>3</sup>/día. Explicó que el sistema actual de alcantarillado tiene una cobertura del 65% de los barrios de la ciudad, no tiene suficiente capacidad, es obsoleto y presenta deficiencias de instalación, entre otros aspectos. Explicó que el objeto del Plan Maestro de Alcantarillado es que el 95% de la población tenga este servicio, sin producir daños al medio ambiente. En la primera etapa del Plan se hará el saneamiento de la ciénaga de la virgen y en la segunda de la bahía. Lo primero que se está haciendo es eliminar las descargas a la Ciénaga, con la construcción de tuberías colectores de las aguas servidas; así mismo, se adelanta la construcción del sistema de alcantarillado de la zona sur oriental, para llevar las aguas hasta la estación de bombeo Paraíso y de allí a un sistema de tratamiento, de donde se enviarán al mar a través de un emisario submarino.

**Intervención de Hazen and Sawyer:**

Expone el proyecto de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales para Cartagena, con una proyección de 25 años, que incluye el desarrollo de la zona norte y sur. Defiende la necesidad de rescatar la ciénaga de la virgen, como recurso natural (Manglar, flora, fauna, control de inundaciones) y para evitar el riesgo de enfermedades. Plantea como objetivo implementar y aumentar las redes de alcantarillado, colectores y líneas de impulsión, rehabilitación e instalación de nuevas estaciones de bombeo, para lo cual se identificó más de 100 proyectos por un valor de 69 millones de dólares. Presentó las cuatro alternativas para las aguas residuales: a) depositarlas todas en la bahía. b) Todas en la ciénaga. c) Para riego de cultivos. d) Descarga al mar caribe. Los estudios demuestran que la alternativa cuatro es la más viable por protección al medio ambiente, uso de tecnología apropiada, costos razonables y fácil operación y mantenimiento. El mar caribe tiene mayor capacidad asimilativa. Esta tecnología es estabilizada, pues es usada en varias ciudades de América Latina, ofrece un riesgo mínimo en la salud pública y costo mínimo de operación y mantenimiento. Explica que el material orgánico se dispersa en el agua por las corrientes; en proporción de 1X100 los patógenos se dispersan y tienen muerte natural en un 90% en 2 horas. Se plantea un programa de pretratamiento para los elementos tóxicos y metales pesados. La propuesta consiste en recoger todas las aguas para darles un tratamiento preliminar cerca de Punta Canoas, que remueva el 50% de sólidos, para luego hacer la descarga en el mar a una profundidad d

20 mtrs. A 3 kilómetros de la orilla en el mar caribe, con un costo de 80 millones de dólares. La propuesta tiene como meta lograr mejoras inmediatas a costos alcanzables, un sistema flexible que se pueda ampliar o mejorar, impactos reversibles, tecnología confiable y operación sencilla. Se explicó que se hicieron estudios de corrientes y mareas que garantizan que en el área escogida los patógenos no llegan a las costas. Entre los beneficios que se plantearon, estaría una mejoría en la salud pública, incremento del potencial turístico y de la economía local, generación de empleo y el mejoramiento del hábitat del fondo del mar, pues la descarga atraería peces a la zona y puede producir una nueva biología marina como langosta y camarón, sobre las rocas que se podrán sobre la tubería del emisario en su recorrido bajo el agua.

Después de las exposiciones sobre las características Técnico ambientales y socio culturales del estudio de factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena, los participantes identificaron las siguientes inquietudes frente al mismo y expresaron sus opiniones, a continuación se presenta el resultado de este ejercicio.

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena

### OPINIONES INQUIETUDES

Hay una serie de contradicciones. Nos dicen que el proyecto alcantarillado estará listo para mediados de 1999 y ahora nos dicen que a siete años.

Es necesario evitar que crezca la invasión de las orillas de la ciénaga. La comunidad está comprometida, pero Damarena debería comprometerse también. Se debe determinar el impacto socio y económico sobre la comunidad de punta canoa y sus inmediaciones, al ubicar el emisario en esta zona. Habría que declarar a la ciénaga zona de desastre y alto riesgo, aunque le hayan tenido tanto miedo a esta figura. Debe darse mayor esfuerzo, en la divulgación de la consulta. Falta coordinación interinstitucional entre Acuacar - Damarena - CARDIQUE e.t.c.

¿Los dos kilómetros es una distancia definitiva? ¿Cómo se protege el área? ¿Qué tratamiento se le dará a los desechos restantes del proceso de depuración de las aguas residuales?

¿Qué pasará con los caños y canales? ¿Para ellos no hay nada de nada? ¿Qué proyectos o consideración se ha hecho con referencia a esto?

Si se implementa este plan ¿En qué repercute en el cobro al usuario por este servicio?

¿Cuál sería el nivel de Coliformes en la descarga final se han hecho pruebas?

¿Previo a la llegada de las aguas servidas al emisario, se le va a realizar algún tratamiento químico para disminuir el DBO5?

¿En qué lapso de tiempo estaría listo el trabajo del emisario submarino a partir de la aprobación que se le da a la obra?

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena

### OPINIONES INQUIETUDES

La consulta se hace en forma obligada,

porque lo exige la ley, pero debió hacerse antes para no tomar a la comunidad por asalto, como sucedió con el proyecto de alcantarillado, porque la comunidad no estaba preparada.

Debe tenerse en cuenta todos los estudios, que se han realizado sobre la ciénaga de la virgen, por ejemplo del postgrado ambiental de la universidad Tadeo Lozano.

Muchas veces se convoca a la comunidad para informar decisiones y la comunidad no es realmente tenida en cuenta dentro de esto que llaman participación.

La comunidad necesita que los ejecutores de las obras se hagan responsables de los efectos de los mismos, pues no debe suceder lo que está sucediendo con la instalación del sistema de alcantarillado.

La experiencia ha demostrado que el seguimiento de los proyectos ha fallado. El plan de manejo debe contemplar la existencia de mecanismos de para que la comunidad pueda hacer con facilidad este seguimiento.

Debe haber un comité técnico para que asesore a la comunidad en el seguimiento de la obra.

En la audiencia se debe hablar de costos. La reunión para la firme del acta a la hora de presentar el plan de manejo ambiental, debe ser representativa.

Se está descuidando el aspecto social de estos proyectos. Sin educación ambiental a la comunidad, no se resolverá nunca el problema Si la descarga diaria es de 147 mil metros cúbicos /día ¿Cómo afectará el nivel del mar en la zona?

¿Al recibir esta descarga el mar pierda salinidad?

¿La audiencia pública se hará antes o después de expedida la licencia ambiental?

¿Qué va a suceder durante los siete pró-

ximos años mientras se construye la obra y la ciudad va creciendo?

¿Se ha investigado cuál es el costo del sistema de riego? Pues en Villanueva y Bayunca existen problemas de agua.

¿Es factible que los sólidos antes de servir para relleno sanitario se utilicen como abonos industriales?

¿Qué proyectos sociales se están implementando en la zona sur oriental que no sea solamente de infraestructura? Sin educación ambiental no se resuelve el problema.

¿Este proyecto de emisario submarino no va a alejar el turismo?

¿Creen ustedes que dos metros de tubería son suficientes hasta el año 2025?

¿El distrito sí tendrá cómo pagar estas obras?

¿Se encuentran completamente financiados estos proyectos?

¿Qué tanto va a ser preparada la comunidad para los inconvenientes que esto acarrea y no suceda lo que ahora está sucediendo con el proyecto de alcantarillado?

¿Qué beneficios a parte de los mencionados va a tener el entorno de donde parte el emisario teniendo en cuenta que la zona está poblada por habitantes de los barrios Nuevo Paraíso y Villa estrella, por las incomodidades que el proyecto ocasionará?

¿Se ha investigado en otras ciudades cómo opera el emisario?

¿No existe la posibilidad que con el tiempo el emisario contamine islas vecinas del caribe?

¿Quién asume los costos por ineficiencia de los tratamientos cuando la descarga aumente la contaminación?

Una vez formuladas todas las inquietudes y opiniones expresadas por la comunidad, se agruparon temáticamente, se leyeron en conjunto y se dio paso a la resolución de las mismas. A continuación se presentan los resultados de este ejercicio.

Responsable	Inquietud	Temática	Respuesta
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Los dos kilómetros es una distancia definitiva? ¿Cómo se protege el área?	General	El estudio contempla señalización del área
ACUACAR	¿Qué tratamiento se le dará a los desechos restantes del proceso de depuración de las aguas residuales?	Ambiental	Lo que quedarán son sólidos que van a ser manejados a través del sistema de filtros prensa y depositados en un relleno sanitario.
ACUACAR	¿Qué pasará con los caños y canales? ¿Para ellos no hay nada de nada? ¿Qué proyectos o consideración se ha hecho con referencia a esto?	Ambiental	El Plan Maestro va encaminado a que a los caños y canales no se vierta agua residual, ese es el objetivo. Existe el plan de saneamiento integral de la ciudad, una de ellos es la recuperación de caños y lagunas que maneja edurbe.
FUNVIDA	Si se implementa este plan ¿En qué repercute en el cobro al usuario por este servicio?	Socioeconómico	"El que contamina paga" Tasa retributiva. Art. 42. Ley 99/93
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Cuál sería el nivel de Coliformes en la descarga final se han hecho pruebas?	Ambiental	En el punto de descarga de 10 a la 7. Si se han hecho las pruebas respectivas. El área será demarcada.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Previo a la llegada de las aguas servidas al emisario, se le va a realizar algún tratamiento químico para disminuir el DBO5?	Ambiental	Hay un tratamiento físico. Desarenador, remoción de sólidos y minimatices. La industria hará su pretratamiento.
Cristina García Hazen and Sawyer	En qué lapso de tiempo estaría listo el trabajo del emisario submarino a partir de la aprobación que se le dé a la obra?	General	Se estima que empiece a funcionar en el 2005 si se aprueba el diseño este año.
Cristina García Hazen and Sawyer	Si la descarga diaria es de 147 mil metros cúbicos /día ¿Cómo afectará el nivel del mar en la zona?	Ambiental	En nada
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Al recibir esta descarga el mar pierda salinidad?	Ambiental	No se encontró impactos de ese tipo, pues las corrientes son muy rápidas.
FUNVIDA	¿La audiencia pública se hará antes o después de expedida la licencia ambiental?	General	La autoridad ambiental tiene la obligación de recoger los aspectos que plantee la audiencia.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Qué va a suceder durante los siete próximos años mientras se construye la obra y la ciudad va creciendo?	General	Hay un plan de contingencia, hay una solución para la bahía, no hay respuesta aún para la ciénaga.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Se ha investigado cuál es el costo del sistema de riego? Pues en Villanueva y Bayunca existen problemas de agua	General	No. Se podría con el tiempo hacer reuso de una parte del agua. Habría que ver si es económicamente factible.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Es factible que los sólidos antes de servir para relleno sanitario se utilicen como abonos industriales?	General	Si es posible, pero no se ha hecho un prediseño, pues es costoso, requiere muchos estudios.
ACUACAR	¿Qué proyectos sociales se están implementando en la zona sur oriental que no sea solamente de infraestructura? Sin educación ambiental no se resuelve el problema.	Sociocultural	No hay respuesta. Es necesario realizar un Plan de Gestión Social.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Este proyecto de emisario submarino no va a alejar el turismo?	Socioeconómico	Hasta el momento los estudio han demostrado que el proyecto no afectará las playas.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Creen ustedes que dos metros de tubería son suficientes hasta el año 2025?	Físico	Sí. El estudio arroja dos metros para el caudal que se espera hasta el año 2025. De ahí en adelante se darán nuevas soluciones y alternativas.
ACUACAR	¿El distrito sí tendrá cómo pagar estas obras?	Socioeconómico	La financiación de las obras va a repercutir.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Se encuentran completamente financiados estos proyectos?	Financiero	El Banco Mundial está interesado en el financiamiento, aún no se han aprobado los préstamos.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Qué tanto va a ser preparada la comunidad para los inconvenientes que esto acarrea y no suceda lo que ahora está sucediendo con el proyecto de alcantarillado?	Sociocultural	El Estudio de Impacto Ambiental va a incluir un Plan de Manejo Ambiental, el cual incluirá un plan de contingencia para la construcción de las obras. CARDIQUE tiene la obligación de presentar lineamientos que debe cumplir el dueño del proyecto, la comunidad tiene el deber de hacer la veeduría.

Cristina García Hazen and Sawyer	¿Qué beneficios a parte de los mencionados va a tener el entorno de donde parte el emisario teniendo en cuenta que la zona está poblada por habitantes de los barrios Nuevo Paraíso y Villa estrella, por las incomodidades que el proyecto ocasionará?	General	Todo tipo de obra genera molestias, la acción de mitigación es agilizar las obras lo más posible y dejar el paisaje como se encontró. El plan de gestión social debe contemplarlo.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Se ha investigado en otras ciudades cómo opera el emisario?	General	Sí. Por ejemplo en Panamá, en Costa Rica y en Santos (Brasil)
Cristina García Hazen and Sawyer	¿No existe la posibilidad que con el tiempo el emisario contamine islas vecinas del caribe?	Ambiental	De acuerdo con los estudios eso no pasará.
ACUACAR	¿Quién asume los costos por ineficiencia de los tratamientos cuando la descarga aumente la contaminación?	Ambiental	La empresa operadora. Cuando la contaminación se de por ineficiencia de tratamientos, la tasa retributiva se traslada al operador.

## Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena Encuentro de Consulta Previa Acta N° 5

ZONA : Punta Canoa  
FECHA : 18 de Noviembre de 1998  
LUGAR : Iglesia

### OBJETIVOS

1. Iniciar un proceso de Participación Ciudadana y Comunitaria en las comunidades influenciadas a través de la divulgación y Consulta Previa
2. Caracterizar las condiciones de saneamiento ambiental de la ciudad y de la zona.
3. Presentar las características técnico-ambientales y socio culturales del Estudio que se presenta.
4. Conocer las opiniones e inquietudes de la comunidad sobre el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas residuales de Cartagena.
5. Proponer acciones conjuntas que involucren a la comunidad con el Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las aguas Residuales de Cartagena.

### ORDEN DEL DÍA

- 8:00 - 8:30 Inscripciones e Instalación de la Consulta  
8:30-8:40 Ejercicio de la Participación Ciudadana y Comunitaria en proyectos de Inversión Social. Fundación Vida. Dra. Carmenza Morales  
8:40 - 8:55 Condiciones de Saneamiento Ambiental de Cartagena. ACUACAR. Ing. Benjamín Alvarez.

8:55 - 9:15 Trabajo de Grupo sobre las Características de saneamiento ambiental de la Zona. Comunidad e Instituciones

9:15 - 9:30 Refrigerio

9:30 - 10:00 Plenaria

10:00 - 11:00 Presentación de las características Técnico ambientales del Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas residuales de Cartagena.

Hazen and Sawyer.

11:00 - 12:00 Formulación de las inquietudes y opiniones de la comunidad con relación al estudio que se presenta. Comunidad. Fundación Vida (Coordina)

12:00 - 1:00 Almuerzo

1:00 - 2:30 Lectura, agrupación temática y resolución de inquietudes. Fundación Vida (Coordina)

2:30 - 3:00 Propuesta de Acción Conjunta. Lectura del Acta.

### Desarrollo de la Consulta

Intervención de Carmenza Morales: La constitución de 1991 plantea que los proyectos de índole ambiental deben ser sometidos a consideración de las comunidades. La ley del medio ambiente estipula una serie de pasos tendientes a la legalización de los proyectos ambientales, los cuales necesitan un permiso de la autoridad ambiental; ese permiso a licencia es lo que faculta a quien va a realizar la obra para llevarla a cabo, y para tenerlo se exige un estudio de impacto ambiental. Así mismo la entidad que financia, en este caso sería el Banco Mundial, también exige adelantar el proceso de consulta a la comunidad. A continuación explicó que de acuerdo con nuestra constitución, la participación ciudadana tiene

varias características: la primera se refiere al criterio de publicidad, según el cual la información es pública y todo el mundo tiene derecho a acceder a ella. El segundo criterio es el de información veraz y transparente; así mismo la comunidad debe expresar imparcialmente sus opiniones e inquietudes. Un tercer criterio se refiere a la autonomía de la comunidad para involucrarse organizadamente en el proyecto, a través de las instancias que le otorga la ley y así mismo hacerle seguimiento y control; este cuarto criterio de control se aplica a través de comités de veeduría. A continuación explicó que la consulta va a servir para caracterizar la parte económica y social del proyecto y como insumo para alimentar el Plan de Manejo Ambiental, en el cual se contemplan las obligaciones de mitigación y compensación de los posibles impactos negativos de cada proyecto, sobre las comunidades directamente afectadas.

### Intervención de ACUACAR Ing. Benjamín Alvarez:

El saneamiento ambiental se fundamenta en tres pilares: Agua potable, disposición de basuras y disposición de aguas residuales domésticas. Su intervención hizo énfasis en la parte de alcantarillado. En este momento la ciudad de Cartagena tiene cubierto un 80% de servicio de acueducto y un 65% está conectado al alcantarillado De esta agua residuales domésticas no hay tratamiento, sino que se descargan directamente el 60% va a la ciénaga y el 40% a la bahía. La empresa aguas de Cartagena encontró una red de alcantarillado deficiente, obsoletas y con tuberías sedimentadas. En principio realizó un plan de contingencia y diseñó el Plan Maestro de alcantarillado, cuya pri-

mera parte consiste en eliminar la descarga de aguas residuales a la ciénaga, con la construcción de tuberías colectores de las aguas servidas; así mismo, se adelanta la construcción del sistema de alcantarillado de la zona sur oriental, para llevar las aguas hasta la estación de bombeo Paraíso y de allí a un sistema de tratamiento, de donde se enviarán al mar a través de un emisario submarino. La segunda etapa del Plan Maestro consiste en eliminar la descarga que va hacia la bahía. El Plan está orientado a lograr una cobertura del 95% de las aguas residuales que se producen en la ciudad de Cartagena para disponerlas adecuadamente de tal manera que no causen más daño al ambiente y a la salud. La bahía de Cartagena tiene múltiples factores de contaminación, que la convierte en un complejo problema ambiental. La ciénaga recibe menos factores, pero es un cuerpo mucho más sensible a los efectos de la contaminación lo cual la ha llevado a una situación crítica. De acuerdo con la reflexión de los grupos de trabajo en torno a la caracterización de las condiciones de saneamiento ambiental particulares de la zona, se identificaron los siguientes elementos, socializados en plenaria:

¿Cómo funciona el Saneamiento Básico en su zona? ¿Qué Efectos produce en...  
¿Qué hace que produzcan estos efectos?  
- Agua Potable: No hay servicio de agua potable, Nos proveemos de caros tanques que se compra a cien pesos la tambora, o nos proveemos del jagüey No existe alcantarillado esta es una población que la mayor parte del año sufre de sequía, por lo cual se hacen exceso de ahorro del agua disponible.

- Alcantarillado: No existe, las excretas

del 80% de la comunidad se hacen en los lotes del casco urbano de Punta Canoa y el 20% en pozas sépticas. Una miembro de la comunidad estima el 5% de pozas sépticas.

- Basuras: No existe recolección de basuras, excepto por campañas esporádicas. Un 80% se quema.  
- La Vida Marina: Prácticamente no hay efecto hasta ahora porque no se arrojan basuras al mar.

- Los Cuerpos de Agua Dulce: No hay mayores efectos, pues prácticamente no hay cuerpos de agua dulce permanente.  
- La Vegetación: La disposición de basuras y plásticos afecta al manglar, por efectos de las brisas.

- Los Animales: Se afecta el crecimiento de animales domésticos.

- El Hombre: La quema de basuras produce enfermedades cutáneas y respiratorias. Los costos del consumo de agua tiene efecto sobre la economía familiar.  
- Baja atención del Estado, apenas reciente por los planes turísticos de la zona norte.  
- Disposición de basuras y excretas humanas en las calles.

¿Qué soluciones cree usted que pueden generarse para controlar estos efectos?

- Construcción de un acueducto y alcantarillado, para el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

- Construcción de albercas.

- Mayor autogestión.

- Culturizar a la gente sobre el manejo de sus desperdicios y vida en comunidad.

### Intervención de Hazen and Sawyer:

Expone el proyecto de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales para Cartagena, con una proyección de 25 años, que incluye el desarrollo de la zona norte y sur. Defiende la necesidad de rescatar la ciénaga de la virgen, como recurso natural (Manglar, flora, fauna, control de inundaciones) y para evitar el riesgo de enfermedades. Plantea como objetivo implementar y aumentar las redes de alcantarillado, colectores y líneas de impulsión, rehabilitación e instalación de nuevas estaciones de bombeo, para lo cual se identificó más de 100 proyectos por un valor de 69 millones de dólares. Presentó las cuatro alternativas para las aguas residuales: a) depositarlas todas en la bahía. b) Todas en la ciénaga. c) Para riego de cultivos. d) Descarga al mar caribe. Los estudios demuestran que la alternativa cuatro es la más viable por protección al medio ambiente, uso de tecnología apropiada, costos razonables y fácil operación y mantenimiento. El mar caribe tiene mayor capacidad asimilativa. Esta tecnología es estabilizada, pues es usada en varias ciudades de América Latina, ofrece un riesgo mínimo en la salud pública y costo mínimo de operación y mantenimiento. Explica que el material orgánico se dispersa en el agua por las corrientes; en proporción de 1X100 los patógenos se dispersan y tienen muerte natural en un 90% en 2 horas. Se plantea un programa de pretratamiento para los elementos tóxicos y metales pesados. La propuesta consiste en recoger todas las aguas para darles un tratamiento preliminar cerca de Punta Canoas, que remueva el 50% de sólidos, para luego hacer la descarga en el mar a una profundidad d

20 mtrs. A 3 kilómetros de la orilla en el mar caribe, con un costo de 80 millones de dólares. La propuesta tiene como meta lograr mejoras inmediatas a costos alcanzables, un sistema flexible que se pueda ampliar o mejorar, impactos reversibles, tecnología confiable y operación sencilla. Se explicó que se hicieron estudios de corrientes y mareas que garantizan que en el área escogida los patógenos no llegan a las costas. Entre los beneficios que se plantearon, estaría una mejoría en la salud pública, incremento del potencial turístico y de la economía local, generación de empleo y el mejoramiento del hábitat del fondo del mar, pues la descarga atraería peces a la zona y puede producir una nueva biología marina como langosta y camarón.

Después de las exposiciones sobre las características Técnico ambientales y socio culturales del estudio de factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena, los participantes identificaron las siguientes inquietudes frente al mismo y expresaron sus opiniones, a continuación se presenta el resultado de este ejercicio.

Opiniones e inquietudes identificadas por la comunidad con relación al estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena

### OPINIONES INQUIETUDES

- Si viene la porquería de Cartagena también tiene que incluir la de nosotros.  
- Reconozco que es un beneficio general para Cartagena, pero nuestras comunidades siempre resultan afectadas.  
- Por experiencia en este país la supervisión después de construidos los proyectos es poca.

- Aquí todo se promete pero nada se cumple, nunca se cumple la promesa de que la mano de obra sea de las comunidades afectadas por los proyectos.

- Por como es este país, uno le cree más incluso a la firma especializada que la entidad que otorga la licencia.

- No queremos este proyecto porque nos va a afectar nuestras playas.

- Debe haber una fuente de trabajo para quienes pesquemos en la zona afectada.

- Yo estoy seguro que si el Banco Mundial exige que el proyecto incluya conexión del alcantarillado para Punta Canoa y el área de influencia, se hará. Si no se da esto, es posible que con el tiempo se de un problema social grande, por el crecimiento de estas comunidades a partir de los planes de desarrollo de la zona norte y la consecuente contaminación, por falta de conexión, y la culpa se la van a echar al emisario.

- Queremos que el representante del B.M. se de cuenta del abandono de los 15 corregimientos del área de Cartagena, a nuestros corregimientos no llega nada.

- ¿Qué porcentaje de dilución se da en el punto mismo de descarga del emisario?

- ¿Quién va a hacer el monitoreo propuesto?

- ¿Hazen and Sawyer responde por la capacitación del recurso humano en el manejo del emisario?

- ¿Si a la Boquilla le afectaba la pesca, por qué no se va a afectar en Punta Canoa?

- ¿Si tenemos dos zonas afectas (Bahía y ciénaga) por qué no seguimos afectando esa zona, o se descontaminan?

- ¿Si la ley dice que hay que dialogar con las comunidades, por qué la consulta se hace cuando el proyecto está listo?

- ¿De aquí a 30 años la profundidad del mar puede cambiar por sedimentación?

- ¿Por qué el emisario se hace en esta

zona y no en otra parte?

- ¿Qué consecuencias produce esta nueva alternativa, cómo se afectan los animales marinos, se retirarían?
- ¿Qué beneficios tiene para la comunidad?
- ¿Es importante que tengan en cuenta que a los pescadores no nos vaya a afectar, así como el turismo, deben hacerse los estudios submarinos?
- ¿Qué pasaría si después nos vemos afectados? ¿Quién es responsable de la obra? ¿A quién se puede reclamar?
- ¿Por qué hay plata para este proyecto y no para agua potable?

#### Propuesta de Acciones Conjuntas:

- Reunión con el señor alcalde, gente de Acuacar, representantes del Banco Mundial, para que se escuchen las necesidades básicas de los corregimientos y se de un compromiso formal de desarrollo con

nuestras comunidades, particularmente la conexión del servicio de alcantarillado.

- Nombramiento de un Ingeniero Químico pagado por Acuacar para que apoye la veeduría y supervisión de la comunidad, debe ser recomendado por la comunidad.
- Que se invierta un porcentaje de lo que produce el pago del alcantarillado de este proyecto en inversión social de nuestras comunidades de la zona norte.
- Estudiar la posibilidad de que el proyecto de Emisario Submarino, sirve para conectar a las cinco comunidades directamente afectadas, al Plan Maestro.
- La comunidad debe estar siempre incluida en este proyecto.

Ante las inquietudes manifestadas por la comunidad, intervino el representante del Banco Mundial, quien explicó que esta entidad tiene una política muy clara: no financia proyectos que generen daños ambientales. El prestatario tiene que garantizarle al banco el cumplimiento de las políticas ambientales y sociales del banco.

co. El ejercicio de la consulta hace parte del requerimiento del Banco para aceptar el proyecto. Aclaró que éste no se ha aprobado aún, sino está en lo que se denomina la fase de preparación. Indicó que una de las coyunturas favorables es que existe una entidad en Cartagena que el Banco considera técnicamente idónea. La presencia de una entidad confiable como Aguas de Barcelona (Acuacar) es una garantía para el Banco. El préstamo incluye un diseño ambiental y social, un diseño técnico y un diseño financiero; la decisión sólo se tomará con el estudio de estos diseños. Frente a las dudas de la comunidad, expresó que la presencia del Banco Mundial y su demanda irrestricta de plena seguridad de impactos manejables, puede ser una garantía para las comunidades; así mismo, manifestó que es posible adelantar otros proyectos de índole social, asociados al proyecto del emisario submarino. Explicó que el Banco ha insistido mucho en la consulta a las

comunidades de Punta Canoa y Arroyo de Piedra, y manifestó su acuerdo en concertar la reunión propuesta con el Alcalde, en Febrero próximo. A continuación, expresó que las comunidades pueden tener acceso directo a la comunicación con el Banco Mundial, sin intermediarios, y explicó que el Banco no sólo financia la construcción, sino los programas de acompañamiento, ya que las exigencias ambientales de esta institución son mucho más estrictas que las mismas exigencias del gobierno local. Finalmente hizo la aclaración que esta no es la presentación del estudio de impacto ambiental, el cual tiene que ser presentado a las comunidades antes de la llegada de la Misión del Banco, en Febrero próximo. Este estudio se manda a todos los países que tienen asiento en la Junta Directiva del Banco, lo cual es un indicador de la seriedad con que se toma.

Una vez formuladas todas las inquietudes y opiniones expresadas por la comunidad, se agruparon temáticamente, se leyeron en conjunto y se dio paso a la resolución de las mismas. A continuación se presentan los resultados de este ejercicio.

Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de Punta Canoa con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

Responsable	Inquietud	Temática	Respuesta
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Qué porcentaje de dilución se da en el punto mismo de descarga del emisario?	Biológica	El tratamiento en la planta remueve el 90% de los sólidos, a través de tamices o especies de coladores.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer FUNVIDA	¿Quién va a hacer el monitoreo propuesto?	General	No sé exactamente cómo se va a realizar. Acuacar, Cardique y el Ministerio del Medio Ambiente son las entidades verificadoras. Es importante señalar en este sentido, que es aquí cuando la participación ciudadana adquiere relevancia, a través de los instrumentos que otorga la ley.
ACUACAR	¿Hazen and Sawyer responde por la capacitación del recurso humano en el manejo del emisario?	General	Acuacar es el operador y tiene la experiencia de aguas de Barcelona.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Si a la Boquilla le afectaba la pesca, por qué no se va a afectar en Punta Canoa?	Ambiental	Los estudios realizados por el grupo de Hazen and Sawyer, muestran muy poca vida marina en la zona de Punta Canoa, por eso se eligió este punto, en cambio en la boquilla sí se encontró abundante vida.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿Si tenemos dos zonas afectas (Bahía y ciénaga) por qué no seguimos afectando esa zona, o se descontaminan?	Ambiental	Esas zonas afectadas no tienen capacidad de asimilación, en cambio el mar Caribe sí.

## Resolución de Inquietudes Formuladas por la Comunidad de Punta Canoa con Relación al Estudio de Factibilidad para el Tratamiento de las Aguas Residuales de Cartagena

Hazen and Sawyer FUNVIDA	¿Si la ley dice que hay que dialogar con las comunidades, por qué la consulta se hace cuando el proyecto está listo?	Jurídica	Los estudios se encuentran en este momento en una etapa de factibilidad, en donde se identificó la zona de punta canoa para el vertimiento, aún no se ha empezado la etapa de diseño de la obra. En este país la legislación señala pasos para la aprobación del estudio de impacto ambiental, lo que estamos haciendo está de acuerdo con los pasos previstos por la ley. En Colombia no existe el veto ciudadano, sin embargo sus opiniones se deben tener en cuenta. Existen mecanismos legales.
Charlie Carreño Hazen and Sawyer	¿De aquí a 30 años la profundidad del mar puede cambiar por sedimentación?	General	Se hizo estudios de batimetría, que comprobó que desde los años 50 la profundidad de la zona no ha variado.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Qué beneficios tiene para la comunidad?	General	Beneficio social, como un mecanismo de desarrollo y progreso para la zona norte, es una oportunidad de participación.
Cristina García Hazen and Sawyer FUNVIDA	¿Es importante que tengan en cuenta que a los pescadores no nos vaya a afectar, así como el turismo, deben hacerse los estudios submarinos?	General	Hazen and Sawyer tiene la responsabilidad de los resultados presentados en sus estudios, Acuacar y la autoridad ambiental por otra parte tienen la competencia de garantizar un excelente manejo de la obra. Existen mecanismos legales en caso de que nada de esto funcione.
Cristina García Hazen and Sawyer	¿Por qué el emisario se hace en esta zona y no en otra parte?	General	Por la biología y la hidrodinámica, aquí hay fuertes corrientes.
Hazen and Sawyer	¿Qué consecuencias produce esta nueva alternativa, cómo se afectan los animales marinos, se retirarían?	Ambiental	Por el contrario, la descarga va a traer otras formas de vida marina, por la cadena alimenticia.
FUNVIDA Hazen and Sawyer	¿Qué pasaría si después nos vemos afectados? ¿Quién es responsable de la obra? ¿A quién se puede reclamar?	General	Acuacar es el operador de la obra, la autoridad ambiental tiene la obligación de vigilar los procedimientos y Hazen and Sawyer tiene la responsabilidad sobre los estudios que ha llevado a cabo. Así que existen varias instancias a donde pueden dirigirse en la eventualidad de que las cosas no funcionen. De cualquier forma el plan de manejo ambiental incluye planes de contingencia en el caso que se presenten problemas.
ACUACAR	¿Por qué hay plata para este proyecto y no para agua potable?	Social	Siempre se ha contemplado y solicitado que los estudios consideren la conexión de la zona norte.



1. Area ESC, ciénaga Tesca al fondo foto Jaime Borda



2. Invasión de margen O de la ciénaga de Tesca foto Jaime Borda



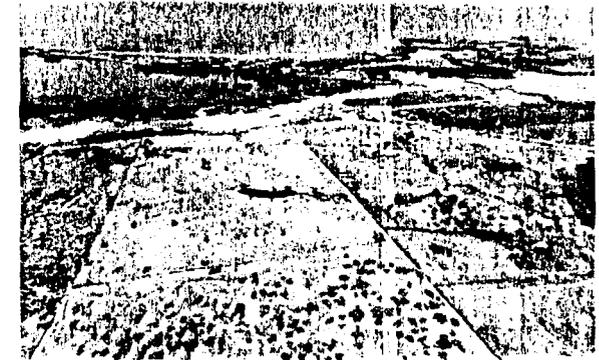
3. Extremo suroriental de la ciénaga de Tesca foto Jaime Borda



4. Panorámica de la ciénaga de Tesca foto Jaime Borda



5. Manglares degradados en La Boquilla-Marllinda foto Jaime Borda



6. Cuenca baja arroyo Meza, Tierrabaja, NE de Juan Polo foto Jaime Borda



7. Vivienda entre el manglar, ciénaga de Tesca foto Neotrópicos



8. Ciénaga Juan Polo foto Neotrópicos



9. Manglares ciénaga de Tesca foto El Universal

## Monitoría limnológica e hidrológica de la ciénaga de Tesca

Con el propósito de tener una aproximación al conocimiento del funcionamiento de esta ciénaga, la Fundación Neotrópicos planteó a Acuacar, la realización de una serie de muestreos. Así, se realizaron 16 muestreos programados inicialmente.

Estos muestreos incluyeron el registro in situ de datos de tipo cuantitativo de los parámetros: temperatura ambiental, temperatura del agua, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (mg/l y % de saturación), pH y potencial redox, tanto en superficie (primeros 20 cm), como en fondo (aproximadamente 10 cm antes) de la columna de agua; mediciones de la profundidad, transparencia (método por Disco Secchi) y niveles del agua. Adicionalmente, se registraron observaciones de tipo cualitativo como la presencia de corrientes o flujos y sus direcciones, turbidez, oleaje, vientos, transporte de materiales.

Dependiendo del tiempo disponible, limitado por el medio de transporte (canaleta y palanca), se establecieron rutas de muestreo incluyendo un total de 13 estaciones, iniciando siempre en la boca de La Boquilla (extremo NO), cruzando el Puente de La Boquilla en el Anillo vial y saliendo al espejo mayor para cruzarlo en diagonal con dirección SE, de allí en leve diagonal de E a O hacia el "Callao" para luego regresar hacia el N por la margen E bordeando el mangle y la Isla del Ahorro y cruzar el Puente de Luisa hacia el canal de la boca y el punto inicial. Básicamente los muestreos comprendieron la parte media norte de la ciénaga.

La información levantada en campo se sistematizó en tablas, lo permite su manejo por medio de gráficas, mapas y esquemas, que asociados a la información de tipo cualitativo y climatológico, permiten esbozar el comportamiento de las masa de agua del sistema. Se cuenta con un total cercano a los 3000 datos per se para dos meses de muestreo, octubre y noviembre.

Para evidenciar la dinámica hidrológica, se realizaron levantamientos de perfiles de la boca en La Boquilla, contacto de la ciénaga con el mar, se registraron mediciones de los parámetros: batimetría, velocidades del flujo y posteriormente en el computados se calcularon los caudales.

Con referencia a las aguas freáticas, sobre la restinga de La Boquilla se establecieron siete (7) "casimbas", dos rectangulares con latas metálicas y cinco con tubos de PVC de 4" de diámetro, a lo largo del tramo inicial de la barra al sur de la boca que separa la ciénaga del mar. En ellas se registró mediciones de los parámetros: nivel, profundidad de la columna de agua, temperatura y conductividad.

Estos datos asociados a la información meteorológica registrada por el IDEAM, para las estaciones contiguas y dentro de la cuenca de la ciénaga, Aeropuerto Rafael Núñez, Cafiaveral y Bayunca, permiten tener un primer acercamiento al funcionamiento hidrológico de la ciénaga de Tesca.

Estos muestreos relativamente poco complicados, arrojan datos de gran importancia tanto técnica como científica, que inicialmente sirvan para ajustar las metodologías y utilidad de los datos.

Ya que se han realizado muestreos durante dos meses de la época lluviosa, se considera necesario ampliar los muestreos a meses de transición y de la época seca, lo cual permite completar el ciclo hídrico y climatológico de la región y conocer los cambios inducidos a la dinámica del sistema ciénaga. Adicionalmente la implementación de los diferentes proyectos alrededor y en estrecha relación con la ciénaga, requieren de una información de base previa y el seguimiento/monitoría durante las fases de construcción y operación de los mismos.

## Monitoría limnológica

### Objetivo

Obtener una aproximación a la caracterización actual parcial (no se hicieron mediciones bacteriológicas) de las aguas de la ciénaga.

### Metodología

**Intensidad de muestreo:** se realizaron muestreos dos (2) días a la semana: martes y jueves (salvo cambios por eventos o circunstancias de fuerza mayor)

**Horarios y tiempo de muestreo:**

- martes de 8:00 a 13:30 (5 1/2 horas)
- jueves de 14:00 a 17:30 (3 1/2 horas)

**Transporte:** se empleó una canoa implusada con palanca y canaleta.

**Parámetros:** en formatos previamente diseñados se registraron datos sobre:

- estación
- hora
- temperatura ambiente [con termómetro digital incorporado]
- temperatura del agua [con termómetro digital incorporado]

- conductividad y SDT [con conductímetro digital portátil WTW y termómetro incorporado]
- oxígeno disuelto (mg/l y % de saturación) [con oxímetro digital portátil WTW con termómetro incorporado]
- pH y potencial redox (Eh) [con pHmetro digital portátil handylab 1 Schott con termómetro incorporado]
- profundidad
- transparencia (Disco Secchi)
- niveles de referencia
- dirección del flujo por la bocana (entrada o salida).

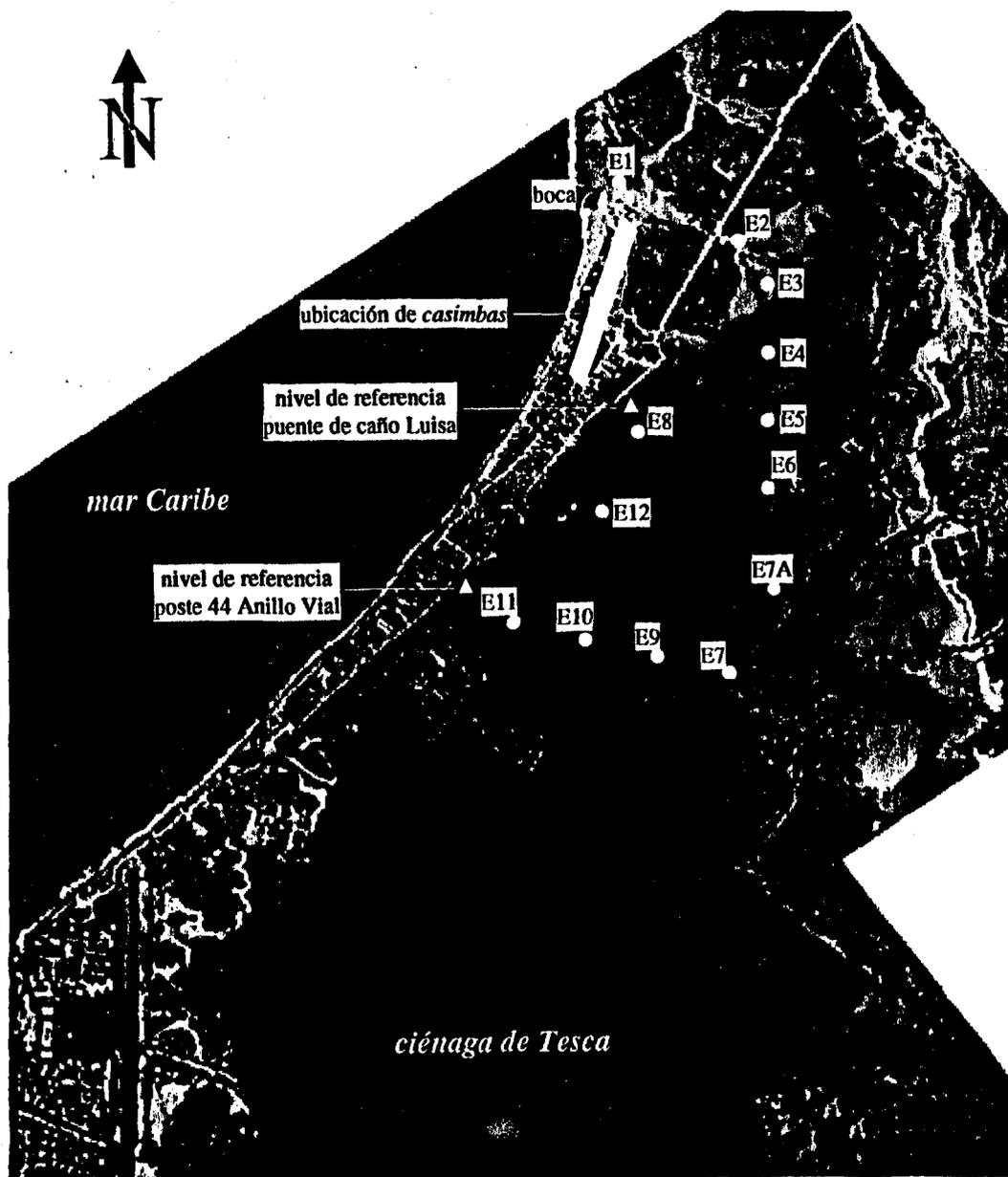
De los parámetros físico-químicos se hicieron mediciones en superficie (primeros 20 cms) y de fondo (aprox. 10 cm antes).

**Datos complementarios:** observaciones de tipo cualitativo como la presencia o ausencia de lluvias, brisa o viento, oleaje, flujos o corrientes y su dirección, turbidez, transporte de materiales sólidos (basuras, plantas acuáticas, restos de insectos...).

**Estaciones:** se establecieron de acuerdo al sistema de transporte disponible, que determina el alcance en el tiempo y espacio y a la forma de la ciénaga tratando de cubrir la mayor extensión, por lo cual se trazaron transectos diagonales y transversales. Para los muestreos de oct y nov de 1998, Neotrópicos estableció un circuito de 13 estaciones, comenzando y terminando en la boca de La Boquilla (ver mapa 1 y tabla 1).

### Resultados

En la tabla 2 se presenta una síntesis de los registros realizados por Fundación Neotrópicos para el EIA.

**EIA Emisario Submarino de Cartagena****Ciénaga de Tesca****Monitoría Limnológica**

octubre-noviembre de 1998

Ubicación de estaciones de muestreo

**Limnología (espejo de agua)****Frecuencia**

2 veces por semana

martes de 08:00 a 13:30 horas

jueves de 14:00 a 17:30 horas

**Registros**

fecha y hora

**Parámetros medidos**

- temperatura ambiente
- profundidad de la columna de agua
- transparencia (disco Secchi)
- niveles de referencia
- en superficie y fondo de columna de agua:
  - temperatura
  - conductividad eléctrica
  - SDT
  - OD y % saturación
  - pH y potencial redox

**Observaciones registradas:**

- lluvias
- brisa
- oleaje
- flujos y dirección

**Transporte**

canoas a palanca y canaletes

**Personal:**

biólogo Miguel Ángel Díaz R., coordinador

ingeniero civil Carlos Vera C.

tecnóloga ambiental Rocío Pacheco V.

**Aguas freáticas (casimbas)****Parámetros medidos**

- temperatura
- conductividad eléctrica
- SDT
- nivel
- columna de agua

Mapa 1. Localización de las estaciones de muestreo para muestreos limnológicos, las casimbas y la boca para muestreos hidrológicos. Fotomosaico con fotografías aéreas del IGAC, vuelo C-2525, 1993.

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreos en la ciénaga La Virgen (oct-nov, 1998)

Estación		rango de latitud N		rango de longitud W	
		mínima	máxima	mínima	máxima
Boca 1	E-1	10°29'324	10°29'325	75°29'352	75°29'360
Puente de la Boquilla 2	E-2	10°29'148	10°29'149	75°29'116	75°29'128
Borde de mangle 3	E-3	10°28'989	10°28'990	75°29'041	75°29'048
Frente al caño de Luisa 4	E-4	10°28'753	10°28'800	75°29'064	10°29'080
Frente a techo rojizo 5	E-5	10°28'595	10°28'607	75°29'026	75°29'030
Punta Palenquillo 6	E-6	10°28'378	10°28'383	75°29'017	75°29'020
Vertice de rada 7a	E-7a	10°28'026	10°28'039	75°29'035	75°29'038
Frente al Boqueron 7	E-7	10°27'857	10°27'859	75°29'075	75°29'083
frente a morro 8	E-8	10°28'636	10°28'673	75°29'303	75°29'321
primero hacia el post- 44 9	E-9	10°27'919	10°27'964	75°29'257	75°29'278
segundo hacia el poste-44 10	E-10	10°27'951	10°28'042	75°29'425	75°29'469
tercero hacia el poste-44 11	E-11	-	10°28'115	75°29'591	-
Isla del ahorro 12	E-12	-	10°28'386	75°29'493	-

Registradas con GPS 15 Apelco.

De los datos obtenidos se pueden destacar los siguientes aspectos:

Se registró una sobresaturación de O<sub>2</sub> disuelto en los primeros 40 a 50 cm de la columna, la reducción y anoxia en sobre el fondo, aspectos que se incrementan de N a S de la ciénaga.

Siempre se mantuvo una diferencia entre la salinidad, tomada como conductividad, entre el superficie y fondo (por lo menos en la mitad N de la ciénaga), mostrando las aguas dinámica influenciada con las entradas de agua marina o salida al mar de aguas salobres de la ciénaga, impulsadas éstas por los aportes de la escorrentía pluvial, los cuales son parte de la precipitación total que sumada para las tres estaciones pluviométricas del Ideam dentro de la cuenca de la ciénaga alcanza los 681,1 mm.

Se comprobó a través de las mediciones de la conductividad, como aguas muy poco salobres alcanzaron la boca y el mar adyacente a la boca de La Boquilla.

Igualmente, pese a que la columna de agua presenta una escasa altura, 65 a 170 cm, se registran masas de aguas de diferentes características físico-químicas, bajo la acciones de los eventos de salida y entrada de aguas, oleajes fuertes por vientos y las descargas de las aguas residuales y pluviales en la zona sur cuya distribución hacia de S a N de la ciénaga se evidencia por la presencia de grandes nubes de turbidez y abundancia de materiales flotantes (v.gr., basuras y restos de vegetación acuática de caños.

El pH en gran número de las mediciones fue poco variable y de tipo básico, notándose un leve incremento de N a S.

Durante el mes de octubre se destacan los siguientes resultados generales:

1. La conductividad varía en forma opuesta a la precipitación (<P>C).
2. El oxígeno desciende en los días siguientes a precipitaciones y sus aportes.
3. El pH desciende bastante con los apor-

Tabla 2. Valores mínimos y máximos de algunos parámetros físico-químicos de las aguas de la ciénaga La Virgen.

parámetro	época lluviosa <sup>1</sup>			
	superficial (primeros 20 cm)		fondo (10 cm antes)	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
temperatura ambiente (°C)	25.3	35.2	-	-
temperatura del agua (°C)	26.3	36.1	26.8	35.3
oxígeno disuelto (mg/l)	3.4	21.7	0.02	19.8
salinidad (conductividad µS/cm)	4.7	89.8	5.2	111.4
pH	7.35	9.56	6.83	9.19
Eh (mV)	-12	-138	28	-116
transparencia (Disco Secchi cm)	10	140	-	-
transparencia (% de la columna)	5.9	100	-	-
profundidad (cm)	65	170	-	-

<sup>1</sup> octubre y noviembre, Fundación Neotrópicos (1998)

tes de la precipitación en días siguientes a las precipitaciones.

4. El potencial redox aumenta en los días siguientes a mayores aportes de lluvias.

5. las fuertes o mayores aportes de las precipitaciones producen descensos marcados en la temperatura del agua.

También se evidenció la influencia de los procesos de salida y entrada del agua a través de la boca de La Boquilla. Por ejemplo en la estación E-1 (boca) donde los valores de conductividad presentó en promedio 15 mS/cm, el día 22.10.98 la conductividad superficial fué 5,2 mS/cm y 6,6 mS/cm en el fondo, en horas de la tarde, cuando hubo salida de aguas de la ciénaga por efecto de los aportes de las fuertes lluvias locales y en la cuenca de la ciénaga en dichos días (figuras 1 y 2)

En la misma estación, ese mismo día los valores de pH son los mas bajos dicho sitio, aunque no de carácter ácido, superficial 7,55 unidades y 7,52 en fondo; tam-

bién las temperaturas se reportaron como las más bajas ambiente 26,6 °C, agua superficial 26,8 °C, y aguas de fondo 26,8 °C., todos estos valores consecuencia de la influencia de aguas lluvias. El oxígeno disuelto es bajo, especialmente en fondo 5,36 mg/l. En superficie a pesar de ser 14,77 mg/l fue el menor entre las estaciones. El potencial redox ese mismo día es el más bajo tanto superficial 22 mV como en fondo 20 mV.

Ese día (22.10.99) se observó flujo de agua saliendo por la boca, nubes de basuras y material flotante interior de la ciénaga.

Al observar el comportamiento de los valores de los parámetros en otras estaciones durante ese mismo día, se evidenció cambios notorios, debidos fundamentalmente a la precipitación, la cual el 20. 10. 98 llegó a 20,8 mm y el 22.10.99 fué de 24,9 mm, acumulándose para la cuenca desde 1.10 hasta ese día un total de 415,3 mm (el 80% del total acumulado en el mes).

El 15. 10. 98 presenta algunos de los valores mas altos en O2 disuelto en dicho mes, entre 13,61 mg/l y 19,19 mg/l, la lluvia más próxima fue el 13.10.98 con tan solo 1,0mm. En esta fecha había flujo de salida, sol, brisa, no vientos y presentaba playones, islas, el muestreo se hizo en horas de la tarde. Por lo anterior, es durante los días de calma y de cielo despejados, los que permiten una sobresaturación de oxígeno aún en el fondo de la columna.

Durante noviembre, los parámetros se comportaron así:

1. La conductividad baja luego de los aportes de las pocas lluvias.
2. El oxígeno disuelto baja en los siguientes a las lluvias.
3. El pH en los días de lluvia estuvo bajo, pero aumenta en días siguientes.
4. El potencial redox después de las lluvias baja.
5. La temperatura luego de las lluvias desciende.

Los días más representativos en este mes son 3.11.1998 y 11.11.1998. El 3.11.98, la cuenca y la ciénaga completó tres días sin lluvia, sobresaliendo los bajos arenosos, poca brisa y aguas calmas, presenta un flujo de entrada; el día 11 por el contrario presenta un volumen acumulado para las 3 estaciones de la cuenca de 83,7 mm. Las lluvias tiene incidencia pero menor debido a su poco volumen aportado.

Se destaca como durante el mes de octubre los valores para todos los parámetros para fondo y superficie son muy similares entre si, contrariamente a lo registrado en noviembre cuando se presentan grandes diferencias entre superficie y fondo, esto refleja la incidencia de las lluvias, durante noviembre estas fueron menores y permiten calma pues ya los procesos de salida y entrada de aguas a la ciénaga comienzan a ser menores, especialmente de la ciénaga hacia el mar, por lo cual las aguas se estabilizan y permiten establecimiento de diferencias entre aguas superficiales y de fondo, por ejemplo, mientras el 3.11.98 muestra valores en oxígeno superficial mínimos, ese mismo día se registran valores más altos en oxígeno de fondo varias estaciones como: E-4, E-5, E-6, E-9, E-10, E-12.

Debido a la gran cantidad de datos acumulados en estos dos meses, ca. de 3.000, son multiples las comparaciones que se pueden realizar, no obstante amerita detallar aquí cambios particulares, no obstante se pudo evidenciar el efecto de los aportes de las lluvias en la cuenca.

Es recomendable entonces un muestreo menos frecuente (semanalmente por ejemplo), pero que cubra las tres época climáticas, seca, transición y lluvias. Las variaciones podrian ser más fácilmente apreciables con la ayuda de un sistema cartográfico asociado los datos, que permita observar espacialmente los cambios.

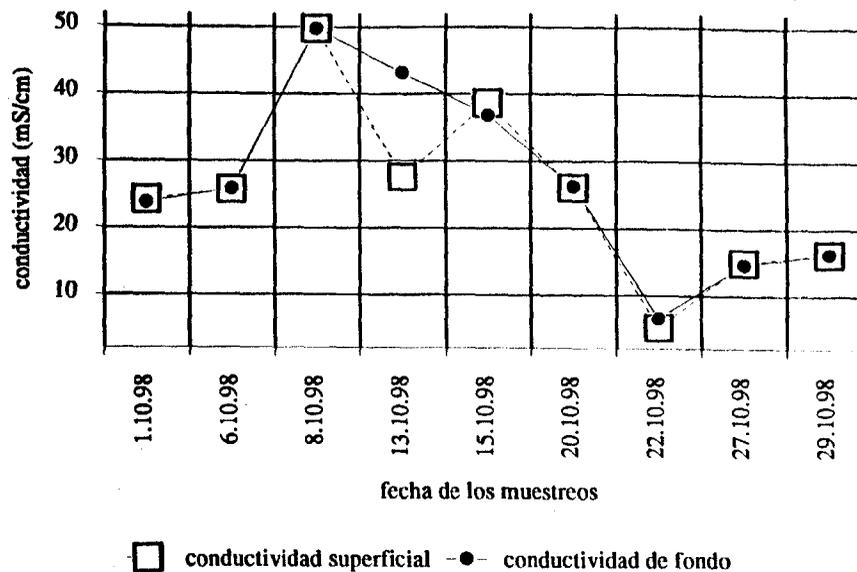


Figura 1. Variaciones de la conductividad en la estación E-1, durante octubre de 1998. Ciénaga de Tesca (Bolívar).

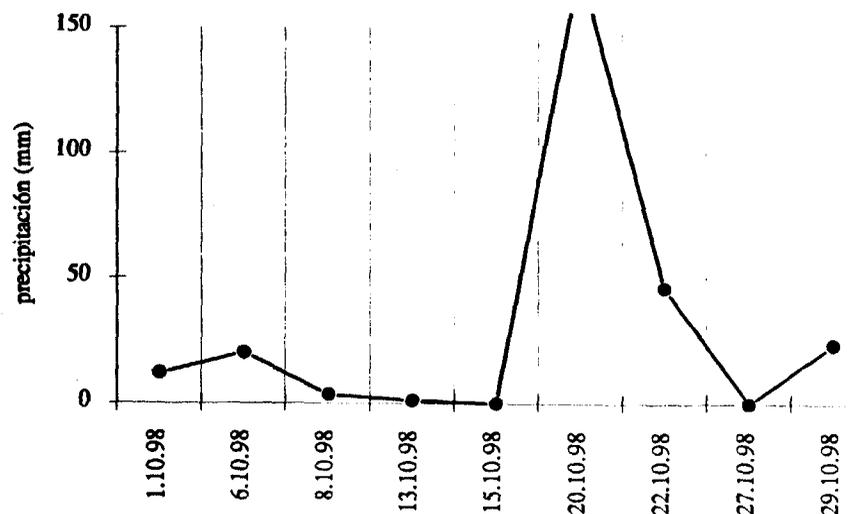


Figura 2. Variaciones de la precipitación en Ciénaga de Tesca (Bolívar) durante octubre de 1998.

## Parámetros limnológicos, ciénaga de Tesca, octubre y noviembre de 1998

Profundidad de medición				superficial (Z = 10 cm)							fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.		
1.10.1998	13:56	E-1	33.3	35.2	24.2	>2.000	12.39	174.6	8.45	-68	35.2	23.8	>2.000	11.73	172.4	8.49	-71
6.10.1998	8:38	E-1	30.8	30.3	25.7	>2.000	5.85	77.7	8.52	-72	30.2	25.8	>2.000	5.98	79.0	8.53	-73
8.10.1998	14:26	E-1	30.7	33.1	49.8	>2.000	4.81	66.6	7.93	-35	32.5	49.8	>2.000	5.06	69.8	7.91	-35
13.10.1998	8:42	E-1	27.8	30.3	27.6	1,535	5.25	69.7	8.47	-68	30.7	43.2	1,595	5.20	69.2	8.42	-66
15.10.1998	15:00	E-1	34.0	34.4	38.6	>2000	18.83	227.0	8.55	-82	33.2	36.8	>2000	15.42	220.0	8.51	-81
20.10.1998	8:57	E-1	32.2	31.0	26.0	>2000	8.79	173.7	8.33	-70	30.6	26.2	>2000	8.45	111.8	8.32	-69
22.10.1998	15:46	E-1	26.6	26.8	5.2	>2000	4.77	60.9	7.55	-22	26.8	6.6	>2000	5.36	59.9	7.52	-20
27.10.1998	10:14	E-1	31.3	30.8	14.9	660	12.85	171.6	8.26	-65	30.7	14.6	668	12.45	167.9	8.28	-67
29.10.1998	14:43	E-1	34.7	32.9	16.2	>2000	15.44	216.0	8.58	-85	32.7	16.2	>2000	14.34	196.0	8.53	-85
1.10.1998	14:16	E-2	32.0	35.7	22.0	>2.000	13.84	202.0	8.58	-77	35.3	22.1	>2.000	13.00	188.6	8.56	-75
6.10.1998	8:56	E-2	31.0	30.7	24.6	>2.000	8.05	107.6	8.65	-80	30.5	24.6	>2.000	7.20	95.6	8.64	-79
8.10.1998	14:47	E-2	30.3	32.6	49.3	>2.000	4.05	56.3	8.00	-40	32.6	49.5	>2.000	5.87	81.2	7.97	-39
13.10.1998	8:58	E-2	28.1	30.4	26.1	1,659	3.35	44.0	8.44	-67	30.4	26.2	1,664	2.46	32.5	8.42	-66
15.10.1998	15:14	E-2	30.5	34.4	27.4	>2000	16.49	242.0	8.75	-96	33.7	28.7	>2000	15.28	214.0	8.65	-93
20.10.1998	9:13	E-2	30.7	31.6	26.8	>2000	10.90	139.0	8.41	-75	30.8	27.6	>2000	9.13	123.0	8.40	-74
22.10.1998	16:05	E-2	26.3	26.8	4.7	>2000	4.52	56.9	7.48	-17	26.8	5.2	>2000	4.24	53.4	7.43	-15
27.10.1998	10:31	E-2	31.3	30.9	14.9	869	15.05	201.0	8.42	-75	30.7	15.8	920	11.09	142.0	8.23	-61
29.10.1998	14:58	E-2	30.7	33.4	16.0	>2000	14.08	195.5	8.65	-90	33.0	16.3	>2000	13.21	187.1	8.56	-84
1.10.1998	14:31	E-3	32.0	35.6	21.7	>2.000	14.55	208.0	8.65	-82	34.1	22.4	>2.000	8.04	115.3	8.42	-67
6.10.1998	9:10	E-3	29.1	30.8	24.5	>2.000	8.53	114.0	8.72	-83	30.7	22.6	>2.000	8.29	110.7	7.65	-19
8.10.1998	15:00	E-3	28.8	32.7	38.3	>2.000	4.93	69.2	8.14	-49	32.5	49.8	>2.000	5.69	78.5	8.00	-40
13.10.1998	9:11	E-3	28.2	30.4	25.8	1,696	5.49	73.8	8.53	-73	30.4	26.2	1,699	4.52	58.2	8.51	-72
15.10.1998	15:27	E-3	31.3	34.4	28.1	>2000	16.83	243.0	8.81	-100	33.7	28.3	>2000	19.50	278.0	8.72	-93
20.10.1998	9:20	E-3	30.6	32.0	22.3	>2000	12.62	173.5	8.32	-70	31.2	29.8	>2000	11.55	154.5	8.48	-79
22.10.1998	16:17	E-3	25.3	26.8	5.5	>2000	4.67	58.1	7.55	-23	26.8	5.5	>2000	4.52	55.9	7.52	-21
27.10.1998	10:46	E-3	32.5	30.8	15.1	951	14.60	194.4	8.37	-72	30.2	21.0	968	0.56	8.8	8.26	-66
29.10.1998	15:13	E-3	31.1	32.4	16.5	>2000	12.34	179.9	8.63	-88	31.6	17.3	>2000	12.65	170.2	8.49	-79

Profundidad de medición			superficial (Z = 10 cm)								fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambiente °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.					mg/l	% satura.			
1.10.1998	14:48	E-4	33.2	35.3	21.6	>2.000	13.77	199.6	8.65	-81	32.6	35.0	>2.000	0.08	1.2	8.30	-60
6.10.1998	9:25	E-4	29.9	30.9	24.6	>2.000	7.97	106.4	8.71	-83	30.8	24.6	>2.000	8.15	109.0	8.71	-84
8.10.1998	15:11	E-4	29.4	32.9	25.4	>2.000	11.71	164.6	8.71	-82	33.0	46.3	>2.000	10.47	147.9	8.08	-45
3.10.1998	9:26	E-4	28.3	30.8	27.4	1,723	5.46	73.6	8.56	-74	30.7	28.6	1,722	5.30	71.4	8.56	-75
5.10.1998	15:42	E-4	35.6	33.9	27.0	>2000	16.75	243.0	8.78	-98	32.6	26.7	>2000	15.84	232.0	8.90	-75
10.10.1998	9:34	E-4	35.0	32.5	37.8	>2000	14.92	200.0	8.53	-82	30.4	33.7	>2000	6.23	81.2	8.35	-71
2.10.1998	16:27	E-4	26.1	26.8	5.9	>2000	4.57	56.9	7.56	-23	27.0	9.2	>2000	4.33	54.7	7.77	-36
7.10.1998	11:00	E-4	33.2	31.4	13.2	1,035	19.19	258.0	8.64	-88	30.9	25.4	1,070	5.49	70.4	7.84	-42
9.10.1998	15:28	E-4	31.6	32.9	15.4	>2000	17.10	243.0	8.86	-102	31.3	23.5	>2000	4.26	58.6	8.04	-52
1.10.1998	15:07	E-5	31.1	35.3	21.3	>2.000	14.01	203.0	8.68	-82	34.6	23.5	>2.000	0.02	0.2	8.66	-81
6.10.1998	9:40	E-5	28.2	31.2	24.3	>2.000	8.79	118.2	8.81	-88	31.2	24.3	>2.000	8.22	110.0	8.77	-87
8.10.1998	15:26	E-5	30.6	33.3	25.5	>2.000	12.21	170.3	8.70	-83	32.9	32.9	>2.000	10.31	147.7	7.97	-38
3.10.1998	9:46	E-5	28.7	31.0	29.3	1,741	4.89	66.3	8.51	-72	31.0	28.3	1,757	4.34	61.3	8.51	-71
5.10.1998	15:57	E-5	30.0	34.6	25.6	>2000	16.06	230.0	8.78	-99	32.0	26.0	>2000	13.61	192.1	8.79	-99
10.10.1998	9:49	E-5	31.2	32.2	23.2	>2000	12.17	163.7	8.51	-82	30.4	27.3	>2000	2.30	30.5	8.27	-65
2.10.1998	16:38	E-5	25.9	26.8	6.5	>2000	4.47	56.2	7.64	-28	27.4	11.8	>2000	3.83	48.3	7.91	-45
7.10.1998	11:15	E-5	32.7	31.5	13.4	1,129	18.40	250.0	8.62	-88	30.6	28.0	1,065	0.88	13.4	7.04	8
9.10.1998	15:45	E-5	29.5	32.7	15.2	>2000	17.31	241.0	8.95	-107	31.3	28.5	>2000	0.22	2.9	7.81	-39
1.10.1998	15:33	E-6	34.5	35.9	21.0	>2.000	21.70	309.0	8.70	-84	34.9	25.8	>2.000	4.17	59.2	8.58	-76
6.10.1998	9:57	E-6	29.6	31.8	24.7	>2.000	7.87	107.0	8.72	-83	31.8	25.3	>2.000	6.31	86.9	8.64	-79
8.10.1998	15:40	E-6	28.9	33.6	25.7	>2.000	13.17	186.2	8.82	-90	33.2	26.0	>2.000	11.06	165.4	8.72	-84
3.10.1998	10:11	E-6	30.4	31.3	27.7	1,846	4.53	61.4	8.45	-67	31.4	38.4	1,867	3.75	49.4	8.45	-68
5.10.1998	16:15	E-6	32.1	35.5	24.8	>2000	14.92	217.0	8.65	-90	32.0	25.6	>2000	1.97	22.6	8.60	-87
10.10.1998	10:05	E-6	34.9	31.8	23.8	>2000	13.54	180.4	8.48	-81	30.0	26.4	>2000	4.62	60.9	8.24	-64
2.10.1998	16:52	E-6	25.8	26.3	4.9	>2000	3.71	46.3	7.35	-12	27.3	11.4	>2000	3.51	44.3	7.87	-43
7.10.1998	11:30	E-6	31.5	31.5	13.6	1,096	15.62	212.0	8.66	-89	30.7	25.0	995	17.25	235.0	8.63	-88
9.10.1998	16:00	E-6	29.7	32.9	14.7	>2000	19.93	279.0	9.04	-111	32.5	15.0	>2000	0.35	1.7	8.77	-110

Profundidad de medición				superficial (Z = 10 cm)							fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.		
1.10.1998	-	E-7a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.10.1998	-	E-7a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.10.1998	15:57	E-7a	28.7	33.6	24.9	>2.000	13.64	190.1	8.77	-88	33.6	24.9	>2.000	13.42	188.7	8.75	-86
3.10.1998	10:37	E-7a	31.4	31.5	26.7	>2000	4.92	67.0	8.51	-70	31.5	24.8	>2000	4.58	61.0	8.51	-71
5.10.1998	16:45	E-7a	32.6	34.5	25.7	>2000	15.20	220.0	8.55	-84	34.4	25.9	>2000	16.95	236.0	8.52	-82
20.10.1998	10:20	E-7a	32.0	32.5	22.0	>2000	11.68	154.9	8.32	-70	30.9	27.7	>2000	1.65	22.3	8.11	-56
22.10.1998	-	E-7a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.10.1998	11:57	E-7a	33.2	31.3	13.7	1,096	16.65	226.0	8.62	-88	31.3	14.5	1,072	16.51	225.0	8.65	-89
29.10.1998	16:24	E-7a	30.6	33.2	14.6	>2000	18.60	261.0	9.08	-115	32.9	14.7	>2000	15.25	229.0	9.07	-116
1.10.1998	15:49	E-7	32.2	36.1	20.3	>2.000	12.24	179.0	8.66	-81	32.6	43.7	>2.000	0.30	3.8	8.42	-65
6.10.1998	10:26	E-7	31.6	32.0	23.4	>2.000	7.76	105.7	8.63	-79	32.0	23.5	>2.000	6.45	89.3	8.65	-79
8.10.1998	16:12	E-7	27.7	34.8	23.4	>2.000	16.10	231.0	8.72	-85	34.2	24.3	>2.000	19.80	230.0	8.85	-93
3.10.1998	11:02	E-7	31.4	31.8	24.4	>2000	3.46	47.9	8.39	-65	31.9	24.7	>2000	3.34	44.5	8.40	-65
5.10.1998	17:02	E-7	32.1	34.6	25.8	>2000	16.59	239.0	8.57	-85	34.3	26.2	>2000	13.82	205.0	8.52	-82
20.10.1998	10:38	E-7	31.8	32.7	22.6	>2000	16.19	220.0	8.44	-77	30.3	27.3	>2000	3.34	44.2	8.16	-59
22.10.1998	-	E-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.10.1998	12:10	E-7	31.2	31.1	13.6	1,077	16.76	224.0	8.61	-87	31.1	13.8	1,027	4.24	550.0	8.64	-88
29.10.1998	16:38	E-7	30.6	33.7	13.7	>2000	18.54	259.0	9.02	-112	32.4	16.5	>2000	0.08	0.9	8.90	-105
1.10.1998	16:18	E-8	32.6	35.0	21.7	>2.000	12.36	177.8	8.68	-82	32.6	37.0	>2.000	0.20	2.7	7.90	-34
6.10.1998	12:27	E-8	29.4	32.1	24.5	>2.000	9.92	135.7	8.82	-89	32.1	24.5	>2.000	9.94	134.3	8.79	-88
8.10.1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10.1998	12:34	E-8	32.7	31.6	26.1	>2000	7.32	98.8	8.71	-85	31.6	26.2	>2000	7.06	97.3	8.73	-85
5.10.1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10.1998	12:06	E-8	31.1	32.9	25.3	>2000	21.20	298.0	8.62	-88	31.7	26.9	>2000	14.29	183.3	8.56	-83
22.10.1998	17:05	E-8	26.1	27.2	10.9	>2000	4.61	58.2	7.91	-45	27.3	12.1	>2000	4.71	59.1	7.98	-49
27.10.1998	14:00	E-8	31.9	31.4	16.5	1,007	13.35	182.1	8.20	-62	30.5	23.8	964.0	0.12	1.9	8.09	-52
29.10.1998	17:22	E-8	29.7	32.3	16.4	>2000	17.51	238.0	9.00	-110	30.7	25.8	>2000	5.34	71.4	8.95	-108

Profundidad de medición			superficial (Z = 10 cm)								fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	Nº sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.					mg/l	% satura.			
1.10.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.10.1998	10:43	E-9	29.4	31.9	24.4	>2.000	8.43	116.1	8.72	-83	31.9	24.4	>2.000	8.14	110.4	8.70	-82
8.10.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10.1998	11:22	E-9	31.4	31.3	24.8	>2000	6.81	91.8	8.60	-77	31.2	24.7	>2000	7.26	99.7	8.60	-77
5.10.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.10.1998	10:50	E-9	30.6	32.7	23.0	>2000	18.56	253.0	8.47	-79	29.9	26.4	>2000	5.25	69.6	8.19	-61
2.10.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.10.1998	12:30	E-9	32.5	30.8	13.8	1,040	15.83	213.0	8.58	-84	30.3	18.2	1,004	5.00	8.4	8.61	-87
9.10.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.10.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.10.1998	10:58	E-10	29.0	31.9	24.0	>2.000	8.77	120.4	8.68	-81	31.9	24.1	>2.000	7.94	108.1	8.64	-79
8.10.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10.1998	11:57	E-11	31.7	31.7	25.8	>2000	9.16	124.8	8.69	-83	31.5	25.8	>2000	6.30	84.6	8.61	-78
5.10.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.10.1998	11:07	E-10	31.0	32.7	21.1	>2000	15.65	214.0	8.40	-75	30.3	27.3	>2000	2.86	37.1	8.18	-60
2.10.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.10.1998	12:45	E-10	31.8	31.4	13.4	1,031	17.78	244.0	8.66	-89	30.1	30.8	966.0	3.23	3.1	7.56	-20
9.10.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.10.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.10.1998	11:17	E-11	31.7	31.9	23.8	>2.000	10.04	137.7	8.77	-86	31.7	23.8	>2.000	4.26	57.7	8.73	-85
8.10.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.10.1998	11:57	E-11	31.7	31.7	25.8	>2000	9.16	124.8	8.69	-83	31.5	25.8	>2000	6.30	84.6	8.61	-78
5.10.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.10.1998	11:20	E-11	30.4	32.0	26.0	>2000	14.30	198.0	8.51	-81	29.9	26.3	>2000	6.59	86.0	8.42	-75
2.10.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.10.1998	13:05	E-11	33.3	31.2	15.0	1,044	16.45	219.0	8.56	-84	30.3	28.2	995	1.78	23.8	6.90	17
9.10.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Profundidad de medición				superficial (Z = 10 cm)							fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.		
1.10.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.10.1998	12:03	E-12	34.6	33.1	24.8	>2.000	9.79	136.1	8.69	-82	31.3	24.6	>2.000	7.17	97.1	8.57	-75
8.10.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.10.1998	12:12	E-12	31.7	31.7	25.9	>2000	10.60	146.7	8.72	-84	31.6	26.2	>2000	14.11	192.1	8.71	-84
15.10.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10.1998	11:50	E-12	34.2	31.7	25.7	>2000	19.53	269.0	8.57	-83	30.3	26.5	>2000	3.58	49.4	8.28	-66
22.10.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.10.1998	13:39	E-12	34.6	32.1	16.5	1,039.0	15.03	207.0	8.29	-68	30.5	23.8	1,018	0.04	0.4	7.14	2
29.10.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.10.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.10.1998	12:59	E-1a	29.2	32.3	51.4	>2.000	5.58	77.6	7.98	-39	32.5	51.5	>2.000	5.53	77.5	7.98	-39
8.10.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.10.1998	13:03	E-1a	30.5	31.7	26.2	>2000	7.43	101.4	8.64	-80	31.7	26.5	>2000	7.95	110.0	8.64	-80
15.10.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.10.1998	12:35	E-1a	32.5	32.7	43.8	>2000	8.53	118.7	8.01	-51	32.7	44.1	>2000	7.66	102.5	8.00	-50
22.10.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.10.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.10.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Profundidad de medición				superficial (Z = 10 cm)							fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.		
3.11.1998	8:37	E-1	31.4	30.5	89.8	>2000	6.05	80.6	7.75	-34	30.5	111.4	>2000	6.15	82.2	7.76	-35
9.11.1998	14:02	E-1	31.1	30.8	51.7	>2000	6.94	93.8	7.87	-36	30.8	51.5	>2000	6.81	92.2	7.89	-37
11.11.1998	9:07	E-1	32.6	30.7	59.4	1,739	5.60	14.4	7.79	-30	30.3	63.1	1,742	5.57	73.4	7.82	-33
10.11.1998	8:29	E-1	29.0	28.4	19.3	1,806	8.35	107.5	8.45	-70	28.2	20.0	1,798	6.98	89.6	8.44	-69
19.11.1998	14:20	E-1	30.2	31.2	63.6	>2000	6.63	89.8	7.94	-40	31.2	63.9	>2000	6.50	85.9	7.95	-41
24.11.1998	8:08	E-1	29.9	28.5	26.6	>2000	7.53	97.8	8.93	-99	28.5	26.6	>2000	7.67	81.1	8.91	-84
26.11.1998	14:07	E-1	31.5	30.7	56.3	>2000	6.51	86.4	8.02	-43	30.5	56.1	>2000	5.96	77.9	7.92	-39
3.11.1998	8:47	E-2	30.7	30.2	78.8	>2000	6.06	80.9	7.90	-44	30.5	102.4	>2000	5.96	79.9	7.84	-40
9.11.1998	14:17	E-2	31.9	31.1	49.3	>2000	6.63	81.9	7.91	-38	31.1	49.1	>2000	6.84	91.7	7.91	-37
10.11.1998	8:40	E-2	27.0	29.1	18.0	1,847	11.45	146.2	8.56	-77	28.8	18.5	1,841	10.21	133.6	8.52	-76
11.11.1998	9:25	E-2	32.1	30.6	57.8	1,761	5.75	76.0	7.86	-35	30.4	59.3	1,752	5.63	73.9	7.87	-34
19.11.1998	14:40	E-2	31.0	31.3	59.2	>2000	6.36	87.2	7.96	-40	31.4	58.7	>2000	6.55	89.5	7.96	-41
24.11.1998	8:22	E-2	29.8	29.0	25.7	>2000	11.72	150.4	9.06	-107	28.9	25.9	>2000	11.34	146.9	9.06	-107
26.11.1998	14:21	E-2	31.6	31.1	52.0	>2000	7.13	97.0	8.16	-53	30.9	54.2	>2000	6.74	89.9	8.00	-43
3.11.1998	8:59	E-3	30.4	30.1	15.7	>2000	6.50	85.8	8.15	-60	30.4	59.4	>2000	6.10	81.0	7.97	-48
9.11.1998	14:26	E-3	31.9	31.2	44.6	>2000	6.50	88.9	7.94	-39	31.1	48.8	>2000	6.63	88.4	7.91	-38
10.11.1998	8:54	E-3	27.5	29.3	17.2	1,897	13.73	177.0	8.69	-85	28.9	17.4	1,900	11.54	150.2	8.71	-85
11.11.1998	9:35	E-3	31.8	31.4	18.2	1,850	12.07	163.8	8.90	-97	30.3	54.2	1,791	5.66	74.6	7.85	-35
19.11.1998	15:55	E-3	32.1	31.6	55.0	>2000	5.42	69.8	7.85	-35	31.5	55.8	>2000	6.06	82.0	7.95	-40
24.11.1998	8:35	E-3	31.4	29.4	25.5	>2000	12.34	161.9	9.17	-115	29.9	39.7	>2000	6.80	82.0	8.22	-56
26.11.1998	14:34	E-3	31.5	31.6	47.2	>2000	7.82	103.5	8.27	-59	31.3	53.2	>2000	7.20	97.6	8.11	-50
3.11.1998	9:12	E-4	31.5	30.1	12.6	>2000	10.63	141.5	8.36	-72	29.8	13.3	>2000	8.57	112.4	8.36	-71
9.11.1998	14:37	E-4	31.6	32.3	20.6	>2000	14.65	197.6	8.83	-94	30.9	39.3	>2000	8.35	109.8	8.08	-47
10.11.1998	9:06	E-4	27.6	29.9	16.5	1,941	12.19	161.2	8.66	-82	30.2	42.4	1,888	1.46	18.6	7.62	-19
11.11.1998	10:00	E-4	32.7	31.8	17.7	1,880	14.71	203.0	8.97	-101	29.7	40.6	1,835	4.64	62.0	8.14	-39
19.11.1998	15:15	E-4	32.2	33.3	25.7	>2000	15.77	220.0	9.17	-115	31.8	52.5	>2000	5.86	77.7	7.98	-42
24.11.1998	8:47	E-4	31.5	29.6	26.5	>2000	14.59	187.3	9.30	-121	31.3	54.5	>2000	1.84	24.3	7.87	-36
26.11.1998	14:45	E-4	31.7	32.5	33.1	>2000	15.62	221.0	9.11	-111	31.2	39.5	>2000	0.12	1.4	8.28	-60

Profundidad de medición			superficial (Z = 10 cm)								fondo (Z = 100 cm)							
fecha d.m.a	hora	Nº sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.			
3.11.1998	9:22	E-5	30.2	30.4	12.9	>2000	10.24	139.6	8.39	-73	30.0	13.8	>2000	7.86	100.4	8.29	-67	
9.11.1998	14:49	E-5	31.6	31.6	17.8	>2000	15.22	208.0	8.83	-94	30.7	43.9	>2000	2.37	30.3	7.77	-29	
10.11.1998	9:20	E-5	29.3	29.5	17.6	1,973	12.51	164.6	8.61	-80	30.6	47.2	1,912	1.05	14.5	7.58	-21	
11.11.1998	10:14	E-5	33.4	32.0	17.4	1,937	15.20	202.0	9.00	-104	30.8	45.5	1,847	0.37	5.6	7.68	-24	
19.11.1998	15:30	E-5	32.0	33.1	24.5	>2000	16.45	227.0	9.26	-120	31.3	55.4	>2000	4.50	59.6	7.94	-39	
24.11.1998	9:00	E-5	31.5	29.6	26.2	>2000	15.71	210.0	9.16	-113	31.4	51.1	>2000	2.71	38.5	7.92	-38	
26.11.1998	15:00	E-5	31.8	32.4	31.8	>2000	14.27	193.5	9.19	-115	30.5	45.5	>2000	0.03	0.3	7.79	-30	
3.11.1998	9:36	E-6	31.4	30.7	13.3	>2000	11.86	157.4	8.45	-77	30.6	13.7	>2000	10.45	139.3	8.42	-75	
9.11.1998	15:05	E-6	31.9	31.5	17.4	>2000	16.58	22.2	8.85	-95	31.0	42.8	>2000	0.34	4.4	7.66	-22	
10.11.1998	9:35	E-6	33.7	30.8	17.0	>2000	13.35	176.9	8.69	-84	30.5	37.8	1,937	0.04	0.5	7.69	-23	
11.11.1998	10:27	E-6	32.6	32.2	17.5	1,926	15.47	213.0	9.03	-106	31.2	37.7	1,882	0.02	0.1	7.74	-27	
19.11.1998	15:40	E-6	30.5	32.8	23.3	>2000	16.49	231.0	9.22	-118	31.9	53.1	>2000	0.03	0.3	7.59	-18	
24.11.1998	9:20	E-6	32.0	30.7	25.5	>2000	16.00	216.0	9.36	-125	31.2	49.7	>2000	0.15	1.7	7.77	-30	
26.11.1998	15:12	E-6	30.9	32.5	32.1	>2000	15.20	210.0	9.15	-113	31.7	32.1	>2000	0.01	0.1	9.15	-113	
3.11.1998	9:53	E-7a	32.8	30.8	12.2	>2000	11.27	150.6	8.38	-73	30.5	12.8	>2000	10.65	142.6	8.41	-75	
9.11.1998	15:18	E-7a	31.5	31.2	17.2	>2000	17.16	229.0	8.84	-94	31.2	23.3	>2000	17.02	234.0	8.85	-94	
10.11.1998	9:50	E-7a	33.9	30.9	16.5	1,977	10.22	128.6	8.65	-81	30.4	26.2	1,916	0.04	0.4	6.96	20	
11.11.1998	10:42	E-7a	33.6	32.3	16.9	1,920	14.82	188.5	9.06	-106	30.8	25.3	1,892	2.80	40.6	8.32	-62	
19.11.1998	16:00	E-7a	30.2	32.8	23.1	>2000	16.21	229.0	9.18	-115	32.8	23.2	>2000	15.77	22.0	9.19	-115	
24.11.1998	9:40	E-7a	32.2	30.8	25.1	>2000	17.86	240.0	9.36	-126	30.4	28.5	>2000	0.13	1.1	8.70	-90	
26.11.1998	15:30	E-7a	31.6	32.2	31.5	>2000	13.55	186.5	9.20	-116	32.2	31.9	>2000	14.70	193.9	9.19	-116	
3.11.1998	10:05	E-7	32.3	31.0	10.4	>2000	10.70	143.0	8.27	-65	30.7	11.4	>2000	7.20	96.6	8.28	-65	
9.11.1998	15:30	E-7	31.7	31.4	15.8	>2000	14.32	194.1	8.79	-91	30.7	22.6	>2000	14.24	190.0	8.72	-87	
10.11.1998	10:07	E-7	32.4	30.7	17.5	>2000	11.30	156.9	8.73	-88	30.0	25.6	1,966	0.04	0.4	6.83	28	
11.11.1998	10:58	E-7	31.9	32.8	16.7	1,896	17.48	243.0	9.15	-114	30.9	21.2	1,860	0.14	1.7	8.30	-62	
19.11.1998	16:12	E-7	30.4	33.5	23.1	>2000	15.57	218.0	9.13	-111	33.4	22.8	>2000	14.31	194.3	9.11	-110	
24.11.1998	9:57	E-7	32.1	30.9	25.2	>2000	18.73	246.0	9.29	-124	30.3	29.2	>2000	0.46	5.5	8.24	-56	
26.11.1998	15:45	E-7	30.7	32.6	32.1	>2000	17.00	233.0	9.31	-123	32.6	31.9	>2000	16.40	227.0	9.32	-123	

Profundidad de medición			superficial (Z = 10 cm)								fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambient °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.		
3.11.1998	10:15	E-8	31.9	31.0	14.0	>2000	11.43	156.1	8.49	-80	31.0	14.0	>2000	11.17	147.0	8.47	-79
9.11.1998	16:08	E-8	31.0	31.3	28.1	>2000	13.91	189.8	8.40	-68	30.7	41.3	>2000	4.84	72.9	8.04	-46
10.11.1998	11:57	E-8	33.5	32.2	16.8	>2000	17.06	230.0	8.96	-107	30.0	36.4	1,901	0.80	23.0	7.74	-26
11.11.1998	12:45	E-8	33.4	32.2	19.0	1,554	14.97	201.0	9.11	-110	30.2	34.1	1,492	4.67	57.8	8.40	-66
19.11.1998	16:50	E-8	30.1	32.5	31.8	>2000	17.97	249.0	9.23	-118	32.1	46.7	>2000	5.26	70.8	8.71	-89
24.11.1998	11:50	E-8	32.8	33.4	26.0	>2000	17.56	239.0	9.56	-138	30.2	39.5	>2000	4.72	88.6	8.78	-83
26.11.1998	16:15	E-8	30.7	31.8	40.6	>2000	8.11	122.8	8.59	-79	30.7	48.0	>2000	1.97	26.9	8.10	-49
3.11.1998	11:28	E-9	32.4	30.9	12.6	>2000	12.25	164.3	8.61	-87	30.9	12.2	>2000	12.12	160.4	8.61	-87
9.11.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11.1998	10:23	E-9	32.6	32.4	16.2	>2000	14.08	194.1	8.87	-96	30.6	35.1	1,923	0.08	0.7	7.62	-20
11.11.1998	11:35	E-9	31.5	32.4	17.1	1,780	16.39	226.0	9.14	-113	30.9	24.4	1,765	0.04	0.4	7.82	-31
19.11.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.11.1998	10:27	E-9	31.9	32.5	25.0	>2000	18.60	258.0	9.39	-127	31.0	47.2	>2000	1.97	24.8	7.42	-90
26.11.1998	-	E-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.11.1998	10:31	E-10	30.3	30.9	13.6	>2000	12.10	162.2	8.51	-81	30.9	14.3	>2000	3.16	37.5	8.44	-71
9.11.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11.1998	10:36	E-10	30.5	33.4	15.6	>2000	15.70	241.0	8.96	-101	30.4	37.2	1,926	0.07	0.7	7.72	-22
11.11.1998	11:50	E-10	32.3	32.0	17.6	1,860	16.38	223.0	9.14	-112	31.1	36.3	1,770	0.04	0.6	7.73	-26
19.11.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.11.1998	10:40	E-10	31.8	32.4	24.0	>2000	19.10	262.0	9.37	-127	30.8	44.6	>2000	0.10	1.5	7.73	-27
26.11.1998	-	E-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.11.1998	10:46	E-11	30.6	30.8	14.8	>2000	12.25	163.8	8.56	-84	30.7	14.9	>2000	6.46	81.2	8.60	-59
9.11.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11.1998	10:49	E-11	34.6	33.8	15.6	>2000	14.40	203.0	8.85	-95	30.1	38.9	1,920	9.66	128.1	7.77	-32
11.11.1998	12:12	E-11	32.6	32.0	18.2	1,770	16.27	220.0	9.17	-114	31.1	48.3	1,684	0.02	0.1	7.75	-29
19.11.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.11.1998	11:05	E-11	32.7	32.1	24.7	>2000	17.57	245.0	9.35	-125	30.7	46.5	>2000	0.32	4.0	7.54	-15
26.11.1998	-	E-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Profundidad de medición			superficial (Z = 10 cm)								fondo (Z = 100 cm)						
fecha d.m.a	hora	N° sitio	T. ambien °C	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV	T. agua °C	conductivi mS/cm	TSD mg/l	O <sub>2</sub> D		pH unidades	Eh mV
							mg/l	% satura.						mg/l	% satura.		
3.11.1998	11:14	E-12	31.5	30.9	12.8	>2000	13.27	179.3	8.52	-81	30.7	12.8	>2000	11.35	152.6	8.53	-81
9.11.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11.1998	11:45	E-12	35.2	32.4	15.9	>2000	17.36	231.0	8.99	-103	30.4	41.8	1,921	4.57	55.4	7.75	-26
11.11.1998	12:28	E-12	33.7	31.7	19.4	1,643	15.60	210.0	9.12	-111	30.9	36.5	1,621	0.23	1.8	8.10	-50
19.11.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.11.1998	11:35	E-12	32.8	33.4	25.2	>2000	17.12	240.0	9.52	-135	29.2	46.4	>2000	1.15	12.2	7.67	-22
26.11.1998	-	E-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.11.1998	12:05	E-1a	29.4	31.5	50.5	>2000	6.5	88.4	7.86	-41	31.5	48.0	>2000	6.41	88.1	7.86	-42
9.11.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.11.1998	12:36	E-1a	32.9	32.6	17.9	>2000	15.93	220.0	8.90	-98	31.9	18.8	1,847	13.90	193.3	8.71	-87
11.11.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.11.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.11.1998	12:35	E-1a	31.8	32.2	46.3	>2000	7.77	106.9	8.29	-61	31.9	47.4	>2000	6.57	98.2	8.21	-56
26.11.1998	-	E-1a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Monitoría hidrológica

### La boca La Boquilla

#### Objetivo

Conocer las variaciones en el canal de la boca en La Boquilla, identificar los intercambios de aguas mar Caribe-ciénaga de Tesca, la presencia de flujos o corrientes y sus áreas de influencia.

#### Metodología

Se realizaron levantamientos de perfiles de la boca de la ciénaga en su contacto con el mar por medio de batimetría, la medición velocidades del flujo y el cálculo de caudales.

Se utilizó una cuerda de 100 m de longitud, marcada cada 2 m, la cual se extendió a través de la boca, sobre la línea de marea, tomando como extremo fijo de referencia el poste para la energía, ubicado en la margen N de la boca. Con desplazamiento en canoa a lo largo de la cuerda tendida, se realizaron las mediciones de profundidad por medio de una vara de madera a la cual se le acondicionó una cinta métrica (precisión en cm). Los datos se registraron en formatos previamente diseñados.

Empleando esferas de icopor ( $\varnothing$  10 cm), se registraron velocidades tomando como referencia sitios fijos laterales. La información se registró en los formatos y se procesó en tablas de cálculo para obtener áreas de la sección, velocidades medias (factores de corrección) y caudales.

#### Resultados

Los muestreos entre octubre y noviembre de 1998, acumularon datos de siete días (ver tabla 3).

La tabla 4 muestra las principales observaciones durante los eventos de salida y entrada de agua de la ciénaga.

Se distinguen dos estados:

##### 1. En condiciones normales

En presencia de flujo de salida se hace más evidente una socavación desde la parte sur hasta el centro de la boca (ver perfiles en la figura 3), mientras que en el régimen de flujo de entrada se aprecia una acumulación de arenas hacia este mismo sector, ya que una vez ingresa la corriente por el canal se proyecta en forma radial hacia las orillas (especialmente

Tabla 3. Levantamientos de secciones de la boca en la ciénaga La Virgen (La Boquilla, octubre-noviembre de 1998)

parámetro	días de muestreo						
	15.10.	20.10.	22.10.	27.10.	3.11.	9.11.	11.11.
profundidad promedio (m)	0.65	0.7	1.31	1.01	1.03	0.98	0.93
área total (m <sup>2</sup> )	43.98	40.4	76.2	80.9	85.55	74.3	68.8
velocidad promedio (m/s)	0.27	0.53	0.76	0.42	0.71	0.23	0.19
velocidad media promedio (m/s)	0.22	0.42	0.61	0.33	0.57	0.18	0.15
caudal promedio (m <sup>3</sup> /s)	9.52	16.99	46.58	26.93	48.66	13.5	10.66
dirección del flujo de aguas	salida	entrada	salida	salida	salida	entrada	entrada
precipitación acumulada oct-nov	108.3	363.1	415.3	471.5	513.8	597.5	597.5

hacia las orillas sur que es en la que más sedimentos se acumulan cuando el flujo tiene esta dirección).

##### 2. En condiciones de fenómenos de mar de leva y/o lluvias

Es evidente que en presencia de lluvia se alteran las condiciones normales de operación de la boca, además de aumentar su nivel, provoca socavación en los costados de la boca específicamente hacia el lado sur de ésta presentando las máximas velocidades y por ende un caudal bastante grande, mientras que durante el fenómeno de mar de leva lo que en realidad se presenta son inundaciones aledañas y muchos sedimentos y algas al

concluir éste, pero las condiciones de operación de la boca no varían mucho respecto a lo normalmente encontrado.

Es importante, destacar como la acumulación de volumen de aguas lluvias en la cuenca (datos de precipitación diaria acumulada Ideam, tabla 3), determinan flujo de salida y socavación mayor del canal.

Estos registros aunque parciales, refuerzan la hipótesis sobre el proceso de apertura de la boca, la cual enuncia como factor determinante la mayor precipitación, acumulación y aumento de volumen y nivel, que finalmente reversion en la socavación de barra y apertura.

Tabla 4. Observaciones de la boca La Boquilla, para días con flujo de salida y entrada de agua  
flujo de salida

fecha	hora	observaciones	comentarios
15.10.1998	13:56	el canal inicia desde los 25 m hasta los 66 m	en esta primera medición a la boca se aprecia un canal hacia la parte norte de la misma no muy profundo y con velocidades bajas
22.10.1998	14:15	lluvias desde la madrugada hasta el mediodía, el canal inicia a los 5 m profundisándose desde los 40 m hasta los 68 m	en presencia de lluvias duraderas y/o intensas es notorio el cambio de los parámetros analizados, se presentan las máximas velocidades y por tanto socavación de los laterales del la boca conservándose la profundidad máx. de 2,0 m
27.10.1998	8:40	hace 4 días hay mar de leva por la acción del Huracán Mitch, el canal inicia a los 20 m hasta los 78 m, el fujo es netamente en el centro de la boca, se observa abundante material de arribazón en orilla sobre las playas	en preseca de mares de leva estos parámetros fueron muy conservadores y completamente análogos al caso anterior, se esperaba que por su acción erosiva este fenómeno aumentara el área de la sección de la boca, o quizás este efecto ya había transcurrido pues la medición se realizó 4 días despues de iniciado el fenómeno
3.11.1998	12:30	canal inicia a los 20 m hasta los 85 m	se observa el canal mas abierto de lo normalmente encontrado, hacia el centro de la boca una especie de división, como si el canal se separara en dos partes, es posible que por los altos valores registrados, este relacionado con lluvias en la cuenca durante horas anteriores a la medición

## flujo de entrada

fecha	hora	observaciones	comentarios
20.10.1998	12:53	Canal inicia a los 36 m hasta los 54 m	condición muy parecida a la del primer día de medición 15.10.98, aunque las velocidades y por tanto el caudal prácticamente se duplican para un mismo horario
9.11.1998	17:20	canal secundario desde los 30 m, principal desde los 62 m hasta los 80 m	medición del día 3.11.1998, aquí es más apreciable la presencia de un canal secundario hacia el lado sur de la boca; las velocidades encontradas son muy bajas lo cual puede deberse al cambio de marea
11.11.1998	7:40	canal secundario desde los 28 m, principal desde los 60 m hasta los 85 m, el flujo mayor se aprecia hacia el sur de la boca	se presenta una condición muy parecida al caso anterior parámetros mínimos, canal mayor hacia el norte de la boca y una menor al centro de la misma

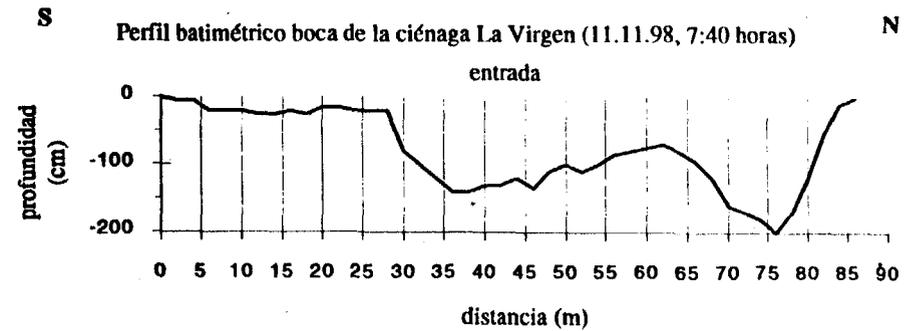
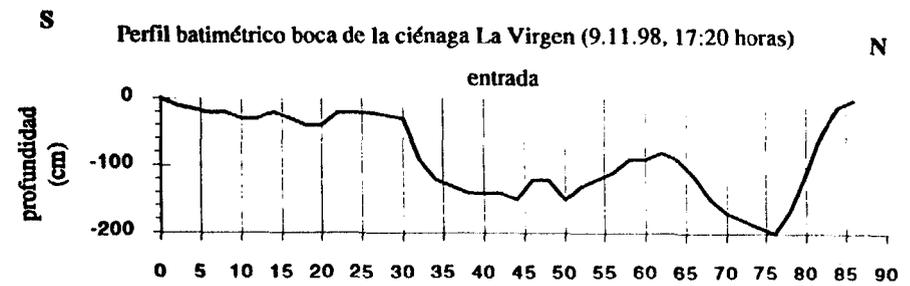
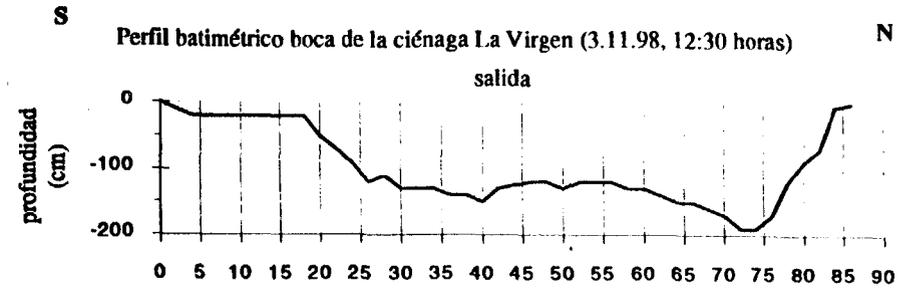
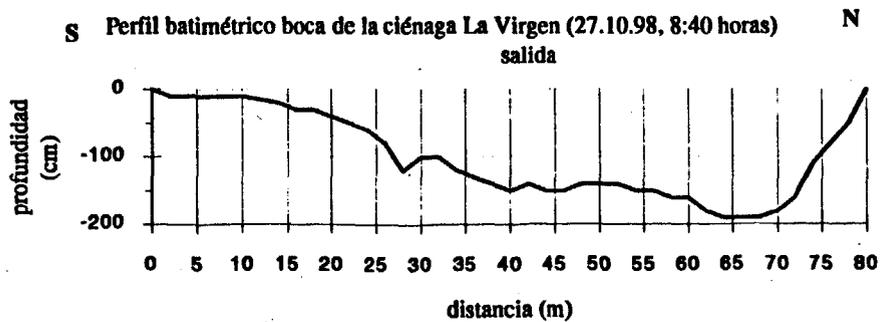
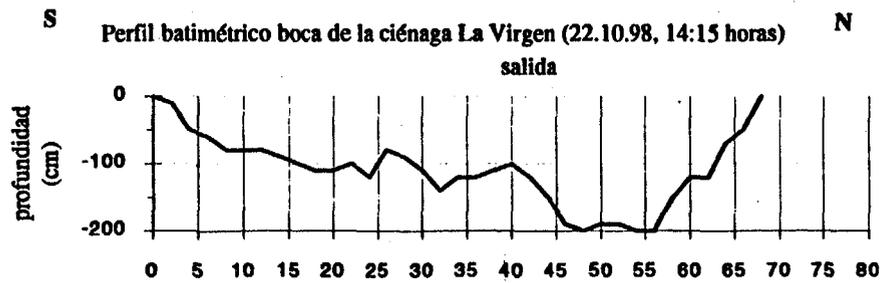
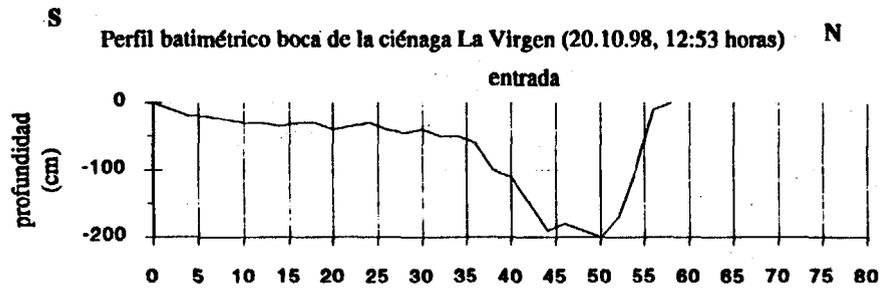
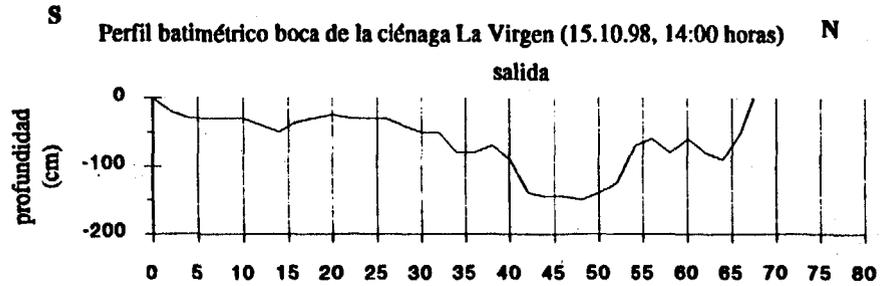


Figura 3. Perfiles transversales de la boca La Boquilla, ciénaga de La Virgen o Tesca. Mediciones realizadas por Neotrópicos entre octubre y noviembre de 1998. Se anota la dirección del flujo de las aguas, entrada o salida.

## Aguas freáticas

La presencia de aguas freáticas dulces en la restinga de La Boquilla, fue una de las ventajas que encontraron los primeros pescadores de la región para ubicarse allí y dar origen a lo que es hoy la población de La Boquilla. Por medio de casimbas tuvieron acceso a este recurso. Con el tiempo y la llegada del acueducto, estas fuentes se han desechado. A pesar de conocerse su existencia, son pocos los estudios sobre las aguas freáticas en esta zona. Por comunicación personal, se sabe que se han registrado datos controvertibles sobre las características de las aguas freáticas en la barra de La Boquilla y su localización, cercana o distante de la línea de marea. Con base en dichos antecedentes se optó por realizar algunos registros de las aguas freáticas en La Boquilla.

## Objetivo

Establecer una primera aproximación a la posible relación de las aguas freáticas con las aguas marinas o de la ciénaga de Tesca.

## Metodología

Se establecieron siete (7) casimbas (ver mapa 1) para ubicar aguas freáticas a lo largo de un tramo de la barra que separa la ciénaga del mar, al sur de la boca en La Boquilla. Cinco de estas casimbas consistieron en tubos de PCV de 1 m de longitud y 15 cm de diámetro, las dos restantes de mayor amplitud (cuadrado de 50 cm de lado) reforzadas con latas, tal como lo hacían en años pasados los habitantes del lugar.

Se registraron los siguientes parámetros:

- el nivel (cm con referencia al borde de la casimba)
- profundidad columna de agua (cm)
- temperatura (°C)
- conductividad (mS/cm)

## Resultados

Los datos obtenidos en este corto período se presentan en la tabla 4.

A pesar de la ligera variación en la precipitación local durante los días de muestreo, la conductividad reflejó el aporte, ya que una vez hubo lluvias (6,4 mm el 9.11.98) los valores bajaron levemente en los días siguientes (mediados del mes), para luego volver a subir hacia el final del mes, período en que ya no se presentaron precipitaciones. Los valores de conductividad variaron entre los 5 y 111 mS/cm; se destaca, como la casimba "casa Luis" ubicada a 5 m del caño Luisa (margen E de la barra hacia la ciénaga de Tesca) y ca. 200 m del mar, presentó aguas de muy baja conductividad (5,2 a 11,7 mS/cm), mientras que en el caño se registraron altos valores (17,2 y 72,5 mS/cm).

La variación en el nivel del agua dentro de las casimbas también muestra relación con la precipitación local, luego de un descenso en los primeros días, subió en la mayoría de las casimbas con la lluvia del 9.11.98, en las restantes decayó levemente, lo cual puede estar obedeciendo a las diferencias entre ellas respecto a un nivel fijo (no fijado para estos muestreos), es decir, el agua después de infiltrarse se distribuye de acuerdo a la cabeza o cabezas de la tabla de agua y las direcciones de flujo respectivas, lo cual afectó diferencialmente a los niveles de las casimbas establecidas.

Sobre la distribución de las aguas infiltradas y sus características, están incidiendo los rellenos antrópicos existentes en sectores de la restinga y registrados durante la apertura de las casimbas. Hacia los días finales del mes no hubo lluvias por lo que descendió el nivel.

Comparando casimbas y su distancia al mar y conductividad, los valores de este último parámetro fueron menores para las casimbas más alejadas del mar. Sin embargo, casimbas ubicadas más hacia el centro de la barra, presentaron aguas de conductividad mayor a 50 mS/cm, ligeramente mayor a la del agua de mar aledaño (49,6 mS/cm) y el caño Luisa aledaño sobre la ciénaga (41,0 mS/cm). La casimba más cercana al caño Luisa (márgen de la barra hacia la ciénaga) presentó aguas con la menor conductividad.

Los muestreos realizados, pese a su poca rigurosidad (no se tuvo en cuenta un nivel de referencia común para todas las casimbas, éstas fueron pocas y localizadas en un tramo longitudinal corto de la barra...), permitió evidenciar variaciones y la existencia de una dinámica de las

aguas freáticas al interior de la restinga, la influencia de las aguas lluvias, los rellenos antrópicos y menos clara la del mar y la ciénaga.

Se desconoce si aun persisten casimbas en los asentamientos a lo largo de las restingas de Marlinda y La Boquilla. El incremento del proceso constructivo y la consecuente disminución del área de infiltración para aguas lluvias, pueden haber determinado la reducción de las aguas freáticas utilizables. Quedan muchas dudas al respecto que podrían ser parte de estudios futuros.

## Nivel del agua

Para los registros de la variación del nivel del espejo de agua en la ciénaga de Tesca, se tomaron cuatro puntos de referencia marcados dos sobre el puente del caño Luisa (Anillo vial) y dos sobre una mira al frente del poste 44 del Anillo vial sobre margen SO de la ciénaga.

En la figura 4, se presentan dichas variaciones (Puente caño Luisa) durante el período de muestreo con relación al

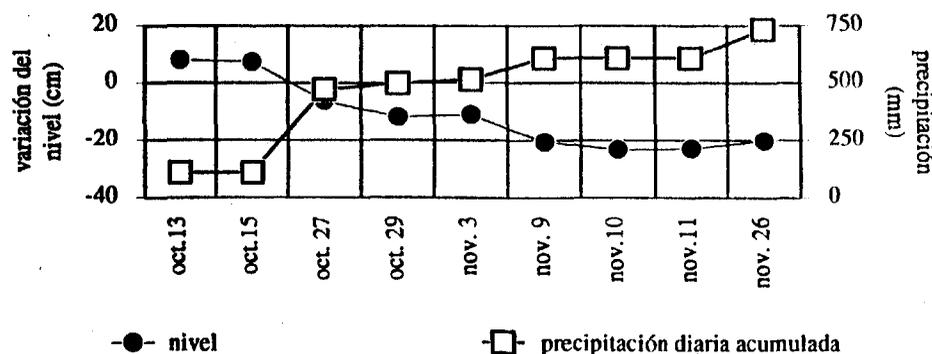


Figura 4. Variaciones del nivel de la ciénaga de Tesca, oct-nov, 1998.

Tabla 4. Caracterización de aguas freáticas en la restinga de La Boquilla, extremo sur de la boca, noviembre de 1998.

fecha	hora	sitio	distancia al mar (m)	nivel del agua hasta borde (cm)*	alto columna de agua (cm)	temperatura (°C)	conductividad (mS/cm)	sólidos disueltos totales (mg/l)
3.11.1998	11:50	casa Luis	200	-35	10	30	7.4	>2000
		caño Luisa	-	-	-	-	66 a 79	>2000
		tubo 1	49	-49	15	29.1	81.7	>2000
		tubo 2	86	-65	10	31	52.8	>2000
		latas canoa	85	-56	10	28.2	69.8	>2000
		tubo 3	73.5	-	-	-	-	-
9.11.1998	16:35	tubo 4	89.6	-79	10	30.3	8.5	>2000
		tubo 5	78.6	-59	8	29.2	7.7	>2000
		casa Luis	200	-55	10	30.1	5.2	>2000
		caño Luisa	-	-	-	30.7	50	>2000
		agua freática	-	-	-	30.2	12.5	>2000
		cñ medio Luisa	-	-	-	30.5	50.2	>2000
10.11.1998	12:15	boca cñ Luisa	-	-	-	30.4	51.3	>2000
		casa Luis	200	-62	2	33.6	5.5	>2000
		caño Luisa	-	-	-	33.5	17.2	1983
		tubo 1	49	-55.5	9	28.9	73.6	1760
		tubo 2	86	-49	10	29.9	48.5	1780
		latas canoa	85	-63.5	4	28.6	43.4	1770
11.11.1998	13:20	tubo 3	73.5	-56	4	29.2	56	1730
		tubo 4	89.6	-73.5	0	-	-	-
		tubo 5	78.6	-63	4	29.5	8.6	1950
		casa Luis	200	-55	13	30.9	6.5	1812
		caño Luisa	-	-	-	33.3	19.4	1550
		19.11.1998	17:00	casa Luis	200	-48.5	20	30.9
tubo 1	49			-51.5	11.5	29.2	111.5	>2000
tubo 2	86			-56	13	30.7	61.3	>2000
latas canoa	85			-73	2	29	63.5	>2000
tubo 3	73.5			-63	7	30	69.6	>2000
tubo 4	89.6			-	-	-	-	-
24.11.1998	12:20	tubo 5	78.6	-67	0	-	-	-
		casa Luis	200	-50	16	30.1	10.4	>2000
26.11.1998	17:00	caño Luisa	-	-	-	31.5	42,3 a 48,1	>2000
		casa Luis	200	-50	11	30.4	11.7	>2000
		tubo 1	49	-66	2	28.5	82.1	>2000
		tubo 2	86	-72	14	30.3	49.8	>2000
		latas canoa	85	-63	2	28.6	71.8	>2000
		tubo 3	73.5	-62	9	26.7	68.4	>2000
		tubo 4	89.6	-80	0	-	-	-
		tubo 5	78.6	-54	0	-	-	-

\* borde de referencia, ya sea de la lata o del tubo.

volumen acumulado de aguas lluvias, según datos Ideam de las tres estaciones dentro de la cuenca de la ciénaga, Aeropuerto Rafael Nuñez, Bayunca y Cañaveral. Tal como se aprecia, en los días iniciales de octubre el nivel se mantiene relativamente constante, una vez se hacen frecuentes las lluvias, se inicia un declive en el nivel registrado como inicial, relacionado con la mayor apertura de la boca y flujos fuertes de salida de aguas de la ciénaga al mar adyacente. Estos datos coinciden con los valores máximos de velocidad y caudal registrados durante el evento de salida de aguas de la ciénaga del día 3 de noviembre. El nivel varió para este periodo de muestreo entre los 5 y 17 cm, considerado como dentro de lo normalmente reportado por otros estudios del sistema.

**Recomendaciones:**

Deben realizarse muestreos cubriendo los períodos de sequía, transición y lluvias lo cual permite completar el ciclo hídrico y climatológico de la región y conocer los cambios inducidos al sistema ciénaga.

Con bote a motor deben cubrirse más sectores del espejo.

La información recolectada se debe asociar a la información sobre los parámetros hidrometeorológicos de la cuenca

(estaciones Aeropuerto Rafael Nuñez, Cañaveral y Bayunca de IDEAM) para la identificación de relaciones entre variables y patrones de comportamiento de los distintos parámetros.

Los resultados se pueden representar como gráficas, tablas e incluso mapas o modelos tal como lo hace ya el CIOH, como secciones de la boca para las diferentes días, semanas o meses del año, las cuales complementan la información sobre los caudales registrados en la boca.

Se espera identificar las variaciones del sistema, los sectores y períodos del año en el cual las condiciones, según parámetros físico-químicos, son críticas y así definir e implementar las acciones de manejo necesarias.

Son varias las entidades interesadas en el estudio de la ciénaga desde diversos puntos de vista (universidades, autoridades ambientales, institutos y centros de investigación), se deben aunar esfuerzos a través de comunicación que busque comple-

mentaridad en los estudios y la información obtenida, así como la posibilidad de integrarla a través de una red de información, para producir nuevos conocimientos sobre el sistema, sus componentes y funcionamiento, básica para dirigir las acciones a ser planeadas para su recuperación y conservación, así como para identificar los logros y resultados de las decisiones tomadas.



10. La Boquilla

foto Neotrópicos



11. Los Morros, litoral al N de Manzanillo del Mar

foto Neotrópicos



12. Manglares ciénaga de Tesca

foto Neotrópicos



13. afiche para los reuniones

foto Neotrópicos



14. Estanques artificiales para cría de sábalo (*Megalops atlanticus*) dentro de la ciénaga de Tesca

foto Neotrópicos



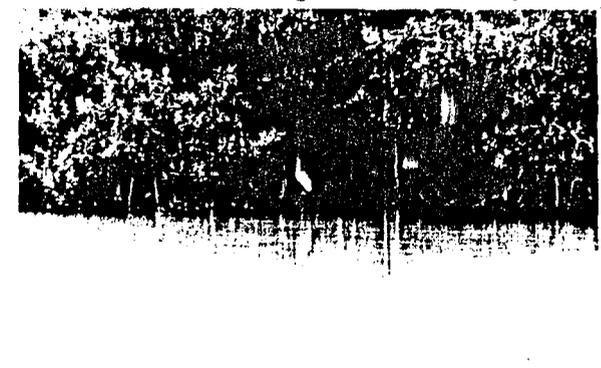
15. Sector del Lagito- Bócabranda

foto Neotrópicos



16. Pesca artesanal en La Boquilla

El Universal



17. Garza real (*Casmerodius albus*) en la ciénaga de Tesca

foto Neotrópicos

**dónde y cuando**

1 normas aplicables a todas las actividades durante la duración de las obras

	<b>qué</b> <i>el contratista debe</i>	<b>para qué</b> <i>la norma tiene por objeto</i>	<b>cómo</b> <i>para cumplir con la norma se recomienda al contratista</i>
1	abstenerse de ocupar sin las debidas autorizaciones terrenos públicos o privados para accesos, campamentos, obradores, préstamos, depósitos, escombreras	evitar conflictos con la comunidad; evitar conflictos con las comunidades locales	negociar, antes de la ocupación de terrenos, los permisos de propietarios públicos o privados
2	emplear preferiblemente mano de obra de los asentamientos cercanos a las obras	reducir tamaño de campamentos ; minimizar demanda sobre bienes y servicios	informar en medios locales sobre tipo y número de trabajos ofrecidos, duración de contratos y niveles de remuneración, con al menos cuatro semanas de anticipación al inicio de obras
3	verificar el estado de salud de trabajadores y empleados, particularmente en relación con enfermedades de transmisión sexual	minimizar el riesgo de propagación de enfermedades infecto-contagiosas	practicar exámenes médicos y de laboratorio al enganche y retiro de personal
4	impedir el porte y uso de armas, excepto al personal de vigilancia expresamente autorizado	minimizar riesgos de accidentes en conflictos internos y con la comunidad	practicar requisas a obreros y empleados y decomisar las armas; aplicar sanciones disciplinarias
5	abstenerse de emplear menores de edad	minimizar deserción escolar	no emplear menores, salvo con el lleno de requisitos legales

**dónde y cuando**

2 normas aplicables a la movilización y traslado de contratistas, transporte, adquisición y ocupación temporal de predios y servidumbres

	<b>qué</b> <i>el contratista debe</i>	<b>para qué</b> <i>la norma tiene por objeto</i>	<b>cómo</b> <i>para cumplir con la norma se recomienda al contratista</i>
1	asegurar el buen funcionamiento de los equipos motorizados usados en las obras	evitar escapes de combustibles y sustancias nocivas que contaminen los suelos, las aguas, el aire, etc; minimizar daños a organismos, las personas o sus bienes; reducir niveles de ruido y emisión de gases,	establecer un programa de control y mantenimiento de maquinaria y equipos mantener los motores debidamente sincronizados, provistos con aparatos silenciadores y reductores de emisiones
2	minimizar ruidos por equipos motorizados	evitar molestias a las comunidades	instalar aparatos silenciadores en equipos motorizados; limitar operación de equipos a horas diurnas
3	evitar la dispersión de polvos por tránsito de vehículos y maquinarias en vías permanentes o transitorias	minimizar contaminación de aire; minimizar daños a parcelas, pastos, cultivos; evitar molestias y enfermedades a las comunidades	regar las vías con agua; disponer, previo convenio con la Supervisión Ambiental, materiales bituminosos o lubricantes sobre la vía
4	evitar la diersión , por acción del viento, de materiales finos transportados	minimizar contaminación de aire; evitar molestias y enfermedades a las comunidades	cubrir los contenedores de los vehículos de transporte; humedecer los materiales inertes transportados
5	recolectar y disponer derrames accidentales de hormigón, lubricantes, combustibles	evitar contaminación de suelos y aguas; minimizar daños a organismos, las personas o sus bienes	diseñar y preparar depósitos con geotextil impermeable para disposición de residuos tóxicos; utilizar depósitos de materiales sobrantes de construcción para depositar residuos inertes
6	mantener transitables las vías públicas o privadas que se utilicen en la obra	evitar accidentes de tránsito; minimizar interrupciones de tráfico vehicular; minimizar molestias a las comunidades	destinar cuadrillas de limpieza permanente de las vías; ubicar semáforos portátiles o destinar personal para orientar el tráfico vehicular; construir cunetas en accesos provisionales

**dónde y cuando**

**3** normas aplicables a la instalación y operación de campamentos y obradores (talleres, depósitos de tuberías, depósitos de combustibles y lubricantes, etc)

<b>qué</b> <i>el contratista debe</i>	<b>para qué</b> <i>la norma tiene por objeto</i>	<b>cómo</b> <i>para cumplir con la norma se recomienda al contratista</i>
1 impedir que los materiales de explanación lleguen a los cuerpos de agua	evitar contaminación de las aguas; evitar el atarquinamiento de arroyos y canales	apilar los suelos y residuos de la explanación; habilitar áreas de relleno y disponer allí los residuos
2 impedir quema de materiales de cualquier tipo (llantas, basuras, desechos, materiales sintéticos, cartón, residuos de lubricantes, etc)	evitar emisiones difusas de gases y partículas; evitar olores desagradables y molestos a la comunidad	transportar los residuos y desechos a sitios de acopio y áreas de relleno; acopiar materiales sintéticos para reciclaje o disposición adecuada en rellenos sanitarios industriales
3 proveer un sistema adecuado de manejo de excretas, en campamentos, obradores y sitios de obra	evitar contaminación de las aguas; minimizar riesgos sanitarios	construir cámaras sépticas o pozos de absorción o proveer sanitarios químicos; instruir al personal sobre uso adecuado de estos sistemas
4 evitar en los campamentos y obradores la mezcla de diferentes tipos de residuos: biodegradables, tóxicos e inertes	evitar contaminación de suelos y aguas freáticas y facilitar manejo de residuos; facilitar reciclaje de residuos (vidrio, madera, metal, papel, grasas, aceites, plásticos)	instruir al personal sobre uso adecuado de sistemas de disposición de residuos; suministrar recipientes herméticos, señalizados para cada clase de residuo; establecer políticas de premios y sanciones
5 evitar la dispersión en el ambiente de basuras, aceites y lubricantes usados, residuos sólidos y líquidos derivados de la limpieza o mantenimiento de maquinarias y equipos o del desmantelamiento de talleres	minimizar riesgos de contaminación de suelos y aguas; reducir riesgo de accidentes; evitar daños y molestias a la comunidad	aislar los obradores de cursos de agua, cultivos y viviendas; retener residuos en trampas o coleccionar en recipientes herméticos para disposición en rellenos sanitarios industriales; diseñar y preparar depósitos con geotextil impermeable, para disposición de residuos
6 evitar la dispersión, por acción del viento, de materiales finos almacenados y de los molinos, zarandas, mezcladores de materiales de construcción y plantas de hormigón	minimizar contaminación de aire; minimizar molestias o enfermedades pulmonares a las comunidades vecinas	localizar en lo posible los depósitos de materiales finos y obradores de equipos a sotavento de áreas pobladas; construir cubiertas y protecciones laterales en los depósitos de materiales finos; proveer filtros de polvo en los equipos
7 minimizar accidentes en los depósitos de combustibles y polvorines	evitar incendios de infraestructura habitacional y pérdidas de vidas humanas	emplazar los depósitos de combustibles y explosivos a una distancia > 100 m de campamentos, talleres, obradores y zonas habitadas; aislar con albrado y señalizar adecuadamente con advertencias de peligro; optimizar el uso de explosivos para reducir cantidades almacenadas
8 evitar que la acción de la lluvia arrastre suelo y materiales de construcción en los obradores y depósitos	evitar el atarquinamiento en arroyos y cauces; minimizar la destrucción de hábitats acuáticos	estabilizar y compactar los patios de estacionamiento de maquinarias y de almacenamiento de materiales; construir barreras perimetrales de contención, con cunetas y drenajes adecuados
9 drenar las acumulaciones de aguas freáticas o de aguas lluvias que surjan en los patios de depósito en los obradores y en los de acopio de materiales	minimizar la formación de hábitats propicios para desarrollo de insectos acuáticos nocivos; evitar molestias a la comunidad	conducir por gravedad o bombeo las aguas hacia cauces o depresiones naturales; construir sedimentadores antes de verter los drenajes a los cursos de agua

**dónde y cuando (continuación norma 3)**

3 normas aplicables a la instalación y operación de campamentos y obradores (talleres, depósitos de tuberías, depósitos de combustibles y lubricantes, etc)

	<b>qué</b> <i>el contratista debe</i>	<b>para qué</b> <i>la norma tiene por objeto</i>	<b>cómo</b> <i>para cumplir con la norma se recomienda al contratista</i>
10	evitar que sus obreros y empleados practiquen la cacería o la pesca, recolecten huevos de aves y reptiles y mantengan mascotas en campamentos y sitios de obra	proteger la fauna silvestre; evitar la competencia por recursos con los pobladores locales	establecer sanciones y advertir acerca de ellas en los contratos de trabajo; decomisar armas, equios, artes y aparejos que puedan ser utilizados en estas prácticas
11	minimizar ruido en los obradores (talleres, plantas de prefabricación, mezcladoras de hormigón, etc)	evitar molestias a la comunidad	programar solo horarios diurnos
12	abstenerse de emplear biocidas químicos para control de malezas o plagas	evitar contaminación de suelos y aguas; evitar daños a flora y fauna terrestre y acuática	utilizar medios mecánicos para control de malezas; aislar campamentos y obradores de los sitios de acopio de basuras y desechos y de charcas naturales; drenar las charcas formadas por el desarrollo de las obras
13	programar las construcciones transitorias para facilitar su desmantelamiento	restituir las condiciones originales de los sitios de campamentos y obradores; evitar conflictos con la comunidad; evitar sobrecostos	armar instalaciones desmontables o reutilizables; emplear materiales desechables o reciclables; construir instalaciones que puedan ser destinadas posteriormente a usos comunitarios (escuelas, iglesias, centros de salud, centros comunales, etc), previo acu
14	evitar interferencias con la infraestructura existente (cercas, alambrados, puertas), en predios públicos o privados que se ocupen de manera transitoria	evitar tránsito de fauna silvestre o doméstica; evitar accidentes con animales (ganados, mascotas); evitar molestias a las comunidades y conflictos con propietarios de animales	aislar con cercas de alambre el campamento y los obradores; habilitar sectores de libre circulación de animales hacia bebederos y cuerpos de agua

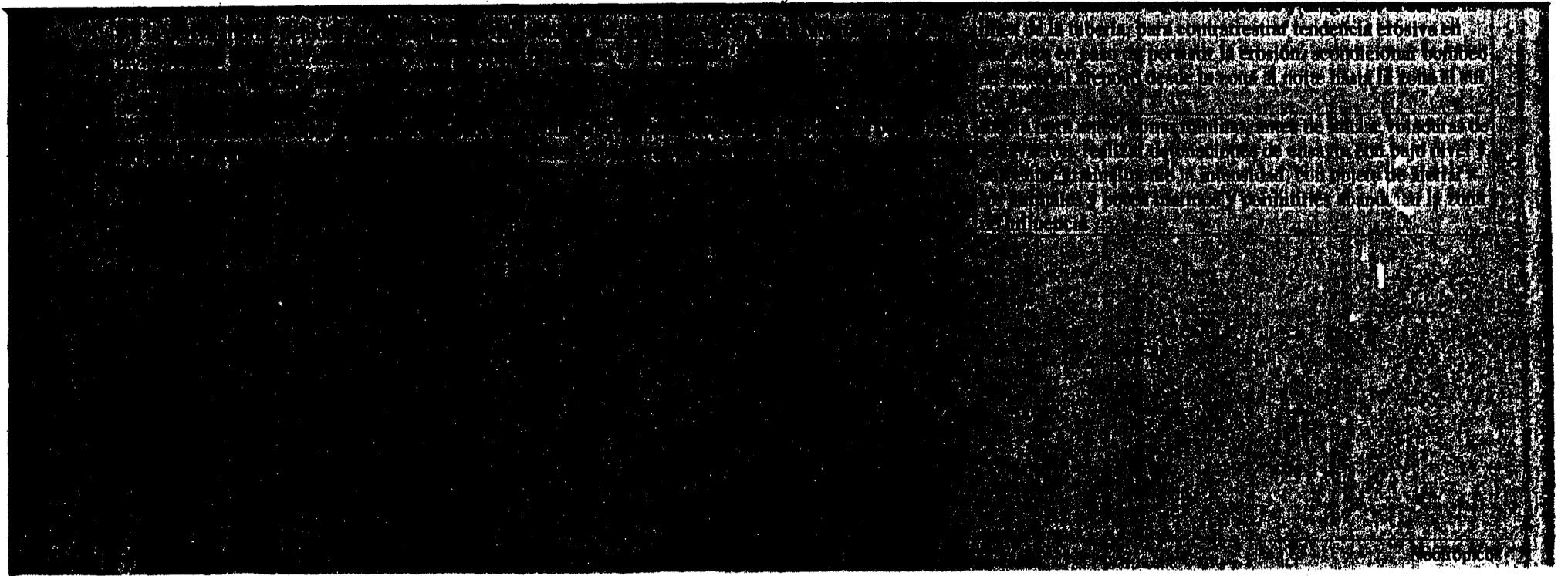
**dónde y cuando**

4 normas aplicables a la preparación del sitio de obra: accesos, terrenos, aguas superficiales y subterráneas

	<b>qué</b> <i>el contratista debe</i>	<b>para qué</b> <i>la norma tiene por objeto</i>	<b>cómo</b> <i>para cumplir con la norma se recomienda al contratista</i>
1	programar y ejecutar todas las actividades de obra teniendo en cuenta las exigencias de restauración paisajística, contenidas en estas normas, para los terrenos ocupados de manera transitoria	facilitar el restablecimiento de la flora y la fauna acuática y terrestre; evitar sobrecostos y retrasos en la ejecución de la obra; evitar conflictos con la comunidad	minimizar movimientos de tierra; minimizar compactaciones en patios de obradores y caminos de servicio; almacenar residuos de vegetación; almacenar suelo orgánico
2	minimizar el uso, tránsito, lavado o estacionamiento de equipo móvil en los lechos de arroyos y cauces, así como en sitios distintos de los frentes de obra	minimizar la perturbación y destrucción de hábitats acuáticos; minimizar la alteración de la calidad de agua para consumo humano, animal o de riego; evitar daños a propiedades de la comunidad	programar la obra considerando los cursos de agua; utilizar siempre el mismo vado; adecuar los sitios de vado con pontones o badenes; utilizar camabajas para traslado de equipos de orugas entre frentes de obra
3	restaurar las condiciones paisajísticas originales en los vados, cursos de agua desviados o alterados, zonas de préstamos, de cortes y excavaciones, en los accesos transitorios	facilitar el restablecimiento de la flora y la fauna acuática y terrestre; evitar conflictos con la comunidad	remover los pontones o badenes; reconstruir bancos y orillares; rectificar canales y reencauzar las aguas; sembrar gramíneas y empreadizar taludes
4	impedir la destrucción negligente de yacimientos arqueológicos, restos fósiles u otro vestigio de interés histórico o cultural en el proceso de excavación o de movimientos de tierra	contribuir a salvaguardar el patrimonio cultural del país; evitar conflictos con la comunidad	ilustrar al personal sobre el reconocimiento de yacimientos; suspender las actividades de obra en caso de hallazgo; informar a las autoridades competentes; destacar vigilancia en yacimiento para evitar saqueos
5	evitar daños a cultivos o propiedades por la construcción de caminos de servicio	evitar conflictos con la comunidad	definir trazados adecuados; aumentar longitud de accesos para evadir cultivos o áreas de interés especial; acordar previamente con los propietarios las compensaciones por daños
6	minimizar la destrucción o tala de vegetación	minimizar la destrucción de hábitats terrestres; evitar daños y conflictos con la comunidad	evadir zonas vegetadas; señalar de común acuerdo con la comunidad los árboles que pueden ser talados; utilizar las ramas grandes y troncos para control de erosión y protección de cauces; facilitar la leña a la comunidad; acordar previamente compensaciones
7	evitar el transporte de materiales inertes a los cuerpos de agua	minimizar la destrucción de hábitats acuáticos; evitar daños y conflictos con la comunidad	apilar el suelo orgánico removido de cortes, préstamos, explanaciones y excavaciones para su utilización en obras de restauración

EIA plan de manejo	de aguas residuales de Cartagena de Indias, marzo de 1999	Anexo I	Normas de manejo ambiental de la etapa constructiva del ESC	de la etapa constructiva del ESC
normas aplicables	de construcción, conservación y mantenimiento de obras de saneamiento	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.
de construcción	de construcción, conservación y mantenimiento de obras de saneamiento	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.
de conservación	de construcción, conservación y mantenimiento de obras de saneamiento	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.
de mantenimiento	de construcción, conservación y mantenimiento de obras de saneamiento	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.
de otros	de construcción, conservación y mantenimiento de obras de saneamiento	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.	de suelos, préstamos de tierra, etc.

dónde y cuando



**dónde y cuando**

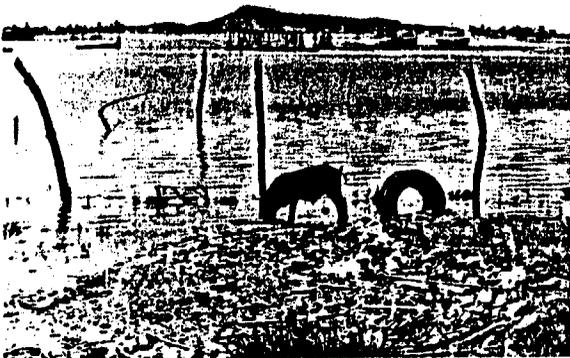
6 normas aplicables a el retiro del contratista, desmantelamiento de talleres, obradores y campamentos

**qué**  
*el contratista debe*

**para qué**  
*la norma tiene por objeto*

**cómo**  
*para cumplir con la norma se recomienda al contratista*

1	desmantelar los campamentos, patios de almacenamiento, talleres, infraestructura eléctrica y sanitaria, cercas, vallas, señales y demás construcciones e infraestructuras provisionales	evitar conflictos con la comunidad; restablecer el funcionamiento original de las áreas ocupadas de acuerdo con las exigencias de los usuarios o propietarios	demoler construcciones e infraestructura no susceptibles de habilitar para uso comunitario; disponer los desechos en escombreras adecuadas; ofrecer a la comunidad los materiales reusables o reciclables, o las construcciones; retirar materiales no deseado
2	restaurar las condiciones físicas de los suelos en campamentos y obradores y restaurar el paisaje de acuerdo con estas normas	restablecer el funcionamiento original de los predios; facilitar la revegetalización espontánea; evitar conflictos con la comunidad	readecuar accesos y patios con rastras de disco; rellenar cámaras sépticas y pozos absorbentes; cubrir superficies con suelo orgánico almacenado; revegetalizar superficies planas; sembrar gramíneas o empradizar taludes
3	cancelar todas las deudas de la empresa con las comunidades, por concepto de sueldos, jornales, prestaciones sociales; cancelar las deudas de la empresa y verificar que se paguen las deudas personales de obreros y empleados, por suministros de combustible	evitar conflictos con la comunidad por perjuicios económicos por incumplimiento en los pagos de la empresa contratista o sus empleados u obreros	revisar y verificar que todas las deudas sean saldadas; obtener de la Supervisión Ambiental el paz y salvo correspondiente, que es requisito previo para la cancelación de cuentas finales de los contratos de construcción y de interventoría por parte de Acuacar



18. La Boquilla

foto Neotrópicos



19. Ciénaga de Tesca, en 1998

foto Neotrópicos



20. Barrios marginales en la ciénaga de Tesca

foto Neotrópicos



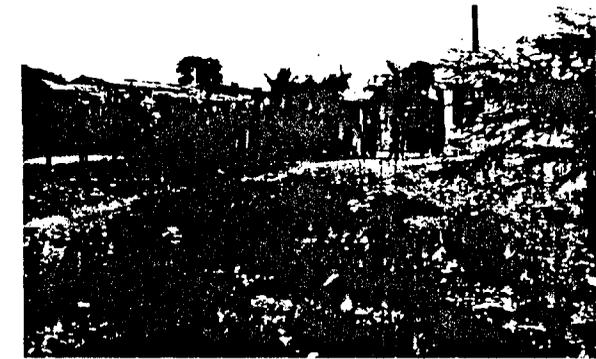
21. Disposición de basuras a orilla de la ciénaga en La Boquilla

foto Neotrópicos



22. Disposición de excrementos a cielo abierto, La Boquilla

foto Neotrópicos



23. Entorno deteriorado arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



24. Ciénaga de Tesca, en 1998

foto Neotrópicos



25. Disposición de basuras a orilla de la ciénaga en La Boquilla

foto Neotrópicos



26. Disposición de basuras en La Boquilla

foto Neotrópicos

Tabla 43. Estructura para implementación de programas para el manejo ambiental del ESC

programa/componente	inicia	termina	meses	gerenciamiento	modalidad de ejecución	costo US\$1·10 <sup>3</sup>
<b>secretaría técnica para manejo ambiental ESC(STMA)</b>	04.00	12.04	57	Acuacar	concurso, contrato firma consultora ambiental	529
<b>supervisión ambiental de la construcción</b>				Acuacar		1,064
manual de control ambiental de la construcción (incluye entrenamiento)	07.01	04.02	9		concurso, contrato firma consultora ambiental	165
supervisión ambiental de la construcción	04.02	12.04	33	Acuacar	concurso, contrato firma consultora ambiental	899
<b>gestión social y comunicaciones</b>						1,415
campana de divulgación de normas ambientales	07.01	12.03	30		asesor+concurso, contrato firma de diseño gráfico	132
campana para aceptación pública del ESC y sus PMA	07.99	12.02	42	Acuacar	asesor+c concurso, ontrato agencia de publicidad	932
sistema información y comunicación directa con la comunidad	10.01	06.04	33		concurso, contrato firma consultora social	311
manual de adquisición de predios y servidumbres	07.99	10.99	4		concurso, contrato firma consultora catastral	40
<b>estudio operación sistema fase Interina</b>	07.99	12.99	6	Acuacar	concurso, contrato firma consultora ingeniería	63
<b>complementación de información antecedente y monitoría</b>						1,582
<b>información básica</b>						1,056
oceanografía (corrientes, mareas, olas, vientos...) <sup>1</sup>	07.99	12.04	66		contrato con CIOH	-
hidrología (balances ciénaga de Tesca)	07.99	12.04	66		contrato con CIOH	163
calidad del agua (física, química, bacteriológica) y biología marina y estuarina	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	561
status ecológico de los manglares de Tesca-Juan Polo	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	144
recursos pesqueros y aprovechamiento (zona ESC y ciénaga)	07.99	12.04	66	Acuacar	contrato con INPA	116
demografía zonas de influencia	07.99	12.04	66		concurso, contrato firma consultora social	50
status de tenencia y dinámica de mercado de propiedad raíz (zonas E, SE y N)	07.99	12.04	66		contrato con Lonja de Propiedad Raíz	20
<b>investigaciones especiales</b>						526
acumulación en redes tróficas de contaminantes clases III y IV	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	289
estudio paleolimnológico de Tesca con uso de testigos verticales de sedimentos	07.99	12.04	66		contrato con Invemar	237
<b>estudio control de vertimientos no domésticos</b>	07.99	12.99	6	Acuacar	concurso, firma consultora ambiental	570
<b>restauración/conservación/manejo Tesca</b>	08.99	12.05	77		Damarena	643
declaración área de conservación/formulación plan operativo	07.99	07.00	12		concurso, contrato ONG ambiental	195
dotación a Damarena para Unidad Administrativa área de conservación	07.00	12.00	6	Damarena	compras y adquisiciones	448
<b>educación y sensibilización ambientales</b>	08.99	12.04	65	Damarena	concurso, contrato ONG ambiental	898
<b>fortalecimiento Institucional (Damarena)</b>	07.99	12.00	18			224
capacitación	10.99	04.00	6		concurso, contrato con firma consultora SIG/ambiental	139
equipos	01.00	12.01	24	Damarena	contrato con Universidad Nacional, Medellín	45
pasantías	01.02	02.02	1		convenios con municipalidades	40
<b>agua potable para comunidades rurales ZN<sup>2</sup></b>	07.99	12.00	18	Acuacar	licitación, contrato firma constructora	-
<b>Σ</b>						<b>6,987</b>

<sup>1</sup> Este componente no hace parte del programa de monitoría, es parte de los estudios de diseño<sup>2</sup> Este programa no implica costos para los PMA, es componente del proyecto de agua potable de Acuacar

**Programa**            secretaría técnica para manejo ambiental del ESC  
**componente**        secretaría técnica para manejo ambiental del ESC  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con firma consultora ambiental  
**inicia**                04.00  
**termina**             12.04  
**duración (meses)**   56

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
secretario técnico <sup>1</sup>	mes	52	3,200	166,400
tecnólogo sistemas	mes	52	1,100	57,200
archivista	mes	52	1,000	52,000
apoyo de oficina	mes	52	800	41,600
asesoría SIG	mes	12	3,000	36,000
Σ				353,200

<sup>1</sup> profesional en ciencias ambientales (biología, geología, hidrología, edafología, etc.) o sociales (economía, sociología, antropología) con experiencia en manejo de bases de datos y SIG

**gastos de viaje**

viáticos	días	120	100	12,000
pasajes	viajes	20	250	5,000
Σ				17,000

**equipos**

sistemas (hardware y software)	global	1	53,000	53,000
Σ				53,000
subtotal				423,200
AIU	%	25		105,800
ΣΣ				529,000

**Programa** supervisión ambiental de la construcción  
**componente 1** diseño de manual de supervisión ambiental de la construcción  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con firma consultora ambiental  
**inicia** 07.01  
**termina** 04.02  
**duración (meses)** 9

**componente 2** supervisión ambiental de la construcción  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con firma consultora ambiental  
**inicia** 08.01  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 41

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
---------------	--------	----------	-----------	---

## personal

ingeniero ambiental/civil	mes	5	3,500	17,500
ingeniero hidráulico/hidrólogo	mes	4	3,000	12,000
geólogo/geomorfólogo costero	mes	3	3,000	9,000
biólogo marino	mes	3	3,000	9,000
biólogo manglares/limnólogo	mes	3	3,000	9,000
ingeniero sistemas/SIG	mes	3	3,000	9,000
profesional ciencias sociales	mes	5	3,000	15,000
diseñador gráfico/comunicador	mes	3	3,000	9,000
Σ				89,500

## gastos de viaje

viáticos	días	200	100	20,000
pasajes	viajes	20	250	5,000
Σ				25,000

## edición manual

prerensa	global	1	8,300	8,300
prensa (1.000 ejemplares)	global	1	9,400	9,400
Σ				17,700

subtotal				132,200
AIU	%	25		33,050
ΣΣ				165,250

item de costo	unidad	cantidad	costo US\$	Σ
---------------	--------	----------	------------	---

## personal

jefe (forestal, agrónomo, ambiental)	mes	40	3,200	128,000
inspectores ambientales (5) (tecnólogo forestal)	mes	200	1,000	200,000
archivista	mes	40	1,200	48,000
apoyo de oficina	mes	40	800	32,000
Σ				408,000

## transporte

campero	mes	40	1,200	48,000
motos	mes	200	310	62,000
botemotor	mes	90	1,300	117,000
Σ				227,000

## equipos

cámara fotográfica y accesorios	equipo	4	1,300	5,200
cámara videográfica y accesorios	equipo	2	7,500	15,000
monitor de video, videograbaora	equipo	1	12,000	12,000
radio-comunicaciones	móvil	10	500	5,000
fondo de reposición	%	70		26,040
Σ				63,240

## insumos

combustibles	mes	60	250	15,000
película, cintas, revelado	mes	40	150	6,000
Σ				21,000

subtotal				719,240
AIU	%	25		179,810
ΣΣ				899,050

<b>Total programa</b>				<b>1,064,300</b>
-----------------------	--	--	--	------------------

**Programa** gestión social y comunicaciones  
**componente 3** campaña divulgación de manual de normas ambientales  
**modalidad ejecución** asesor+concurso, contrato con firma de diseño gráfico  
**inicia** 07.01  
**termina** 12.03  
**duración (meses)** 30

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
asesor en comunicaciones y medios <sup>1</sup>	mes	2	4,000	8,000
Σ				8,000

<sup>1</sup> diseñador, comunicador social o publicista con amplia experiencia en concepción de campañas para instituciones públicas

**contrato para diseño y producción**

videos	video	3	7,000	21,000
carteleras en obradores y sitios públicos	punto	30	200	6,000
vallas en frentes de obra	frente	4	3,000	12,000
señalización en frentes de obra	frente	4	5,000	20,000
impresos (folletos, plegables, cartillas, afiches)	global	4	10,000	40,000
obsequios (útiles escolares, camiseta, gorra)	objeto	5,000	5	25,000
Σ				124,000
subtotal				132,000
ΣΣ				132,000

**Programa** gestión social y comunicaciones  
**componente 4** campaña aceptación pública del ESCy PMA  
**modalidad ejecución** asesor+concurso, contrato con agencia de publicidad  
**inicia** 07.01  
**termina** 12.03  
**duración (meses)** 30

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
asesor en comunicaciones y medios <sup>1</sup>	mes	2	4,000	8,000
Σ				8,000

<sup>1</sup> diseñador, comunicador social o publicista con amplia experiencia en concepción de campañas para instituciones públicas

**contrato para diseño y producción**

aviso de prensa y separatas	global	1	120,000	120,000
cuñas de TV y entrevistas	global	1	620,000	620,000
cuñas de radio y entrevistas	global	1	120,000	120,000
vallas de presentación general de ESC	punto	1	4,000	4,000
impresos (afiche y folleto)	global	2	10,000	20,000
obsequios (calcomanías, botones, banderines)	objeto	20,000	2	40,000
Σ				924,000
subtotal				932,000
ΣΣ				932,000

**Programa** gestión social y comunicaciones  
**componente 1** sistema de información y comunicación directa con la comunidad  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con firma consultora social  
**inicia** 10.01  
**termina** 06.04  
**duración (meses)** 33

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
profesional de las ciencias sociales	mes	33	3,200	105,600
auxiliares (3, uno por cada frente de obra) <sup>2</sup>	mes	60	1,000	60,000
archivista y apoyo de oficina	mes	33	1,000	33,000
Σ				198,600

<sup>1</sup> sociólogo, economista, trabajador social, antropólogo con experiencia en manejo de bases de dato, cartografía, aerofotografías

<sup>2</sup> el sistema debe operar durante el período de construcción de las obras terrestres, es más intenso al inicio en cada frente

equipos y transporte				
radio-comunicaciones	móvil	5	500	2,500
campero	meses	33	1,200	39,600
Σ				42,100

insumos				
combustibles	mes	33	250	8,250
Σ				8,250

subtotal				248,950
AIU	%	25		62,238
ΣΣ				311,188

**Programa** gestión social y comunicaciones  
**componente 2** manual para negociación y adquisición de predios y servidumbres  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con firma catastral o social  
**inicia** 07.99  
**termina** 10.99  
**duración (meses)** 4

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
ingeniero catastral /civil	mes	3	3,200	9,600
profesional de las ciencias sociales	mes	2	3,000	6,000
archivista y apoyo de oficina	mes	4	1,000	4,000
Σ				19,600

transporte				
campero	meses	3	1,200	3,600
Σ				3,600

otros costos directos				
talleres concertación con propietarios (3/frente)	taller	9	1,000	9,000
Σ				9,000
subtotal				32,200
AIU	%	25		8,050
ΣΣ				40,250

**Programa** estudio operación durante fase interina y contingencias  
**componente** estudio para operación durante fase interina  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato firma consultora ingeniería civil/ambiental  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.99  
**duración (meses)** 6

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
ingeniero civil/sanitario <sup>1</sup>	mes	4	3,500	14,000
ingeniero ambiental <sup>1</sup>	mes	4	3,000	12,000
ingeniero de costos <sup>1</sup>	mes	2	3,000	6,000
limnólogo/ingeniero forestal experto manglares <sup>1</sup>	mes	2	3,000	6,000
profesional ciencias sociales <sup>1</sup>	mes	2	3,000	6,000
ingeniero de sistemas <sup>1</sup>	mes	2	3,000	6,000
Σ				50,000

<sup>1</sup> por lo menos dos de los miembros del equipo deben tener experiencia en evaluaciones multiobjetivo y en manejo de modelos de calidad del agua

subtotal				50,000
AIU	%	25		12,500
ΣΣ				62,500

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** hidrología de la ciénaga de Tesca  
**modalidad ejecución** contrato con CIOH  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** calidad de aguas/biología marina y estuarina  
**modalidad ejecución** contrato con Invemar  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
---------------	--------	----------	-----------	---

## personal

hidrólogo	mes	8	3,500	28,000
ingeniero civil/forestal/geógrafo (fotointerprete)	mes	3	3,000	9,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (3)	mes	18	1,000	18,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	24	1,200	28,800
apoyo de oficina	mes	24	800	19,200
Σ				103,000

## equipos y transporte

radio-comunicaciones	móvil	3	500	1,500
campero (1)	meses	18	1,200	21,600
Σ				23,100

## insumos

combustibles	mes	18	250	4,500
Σ				4,500

subtotal				130,600
AIU	%	25		32,650
ΣΣ				163,250

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
---------------	--------	----------	-----------	---

## personal

químico o ingeniero ambiental/biólogo marino	mes	10	3,500	35,000
químico análisis de laboratorio	mes	10	3,000	30,000
biólogo marino (bentos)	mes	12	3,000	36,000
biólogo marino (plancton)	mes	9	3,000	27,000
biólogo marino (pcces)	mes	6	3,000	18,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (2)	mes	30	1,000	30,000
técnico auxiliar laboratorio (1)	mes	15	1,200	18,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	24	1,200	28,800
apoyo de oficina	mes	24	800	19,200
Σ				242,000

## equipos y transporte

radio-comunicaciones	móvil	3	500	1,500
bote motor (con operarios)	móvil	18	1,600	28,800
campero (1)	meses	18	1,200	21,600
Σ				51,900

## insumos

combustibles	mes	45	250	11,250
Σ				11,250

## análisis de laboratorio

vidriería, frascos plásticos...	muestra	1,000	4	4,000
muestras	muestra	350	400	140,000
Σ				144,000

subtotal				449,150
AIU	%	25		112,288
ΣΣ				561,438

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** status ecológico de los manglares de Tesca-Juan polo  
**modalidad ejecución** contrato con Universidad Nacional-Medellín (Ciencias Forestales)  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
ingeniero forestal/botánico	mes	6	3,500	21,000
edafólogo	mes	3	3,000	9,000
fotointérprete	mes	3	3,000	9,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (2)	mes	12	1,000	12,000
técnico auxiliar laboratorio (1)	mes	6	1,200	7,200
archivista (sistematización, base de datos)	mes	12	1,200	14,400
apoyo de oficina	mes	12	800	9,600
Σ				82,200

<b>equipos y transporte</b>				
radio-comunicaciones	móvil	2	500	1,000
bote motor (con operarios)	móvil	12	300	3,600
campero (1)	meses	12	1,200	14,400
Σ				19,000

<b>insumos</b>				
combustibles	mes	24	250	6,000
Σ				6,000

<b>análisis de laboratorio</b>				
vidriería, frascos plásticos...	muestra	130	4	520
muestras	muestra	30	250	7,500
Σ				8,020

subtotal				115,220
AIU	%	25		28,805
ΣΣ				144,025

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** recursos pesqueros y aprovechamiento (zona ESC y ciénaga)  
**modalidad ejecución** contrato con INPA  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
biólogo marino (peces)	mes	6	3,500	21,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (1)	mes	12	1,000	12,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	12	1,200	14,400
pesacadores locales (3)	jornal	600	15	9,000
apoyo de oficina	mes	12	800	9,600
Σ				66,000

<b>equipos y transporte</b>				
radio-comunicaciones	móvil	2	500	1,000
bote motor (con operarios)	móvil	9	1,200	10,800
campero (1)	meses	9	1,200	10,800
Σ				22,600

<b>insumos</b>				
combustibles	mes	18	250	4,500
Σ				4,500

subtotal				93,100
AIU	%	25		23,275
ΣΣ				116,375

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** demografía de zonas de influencia  
**modalidad ejecución** concurso de méritos y contrato con ONG para desarrollo comunitario  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
sociólogo/demógrafo/especialista salud pública	mes	1	3,500	3,500
trabajador social	mes	3	3,000	9,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (1)	mes	6	1,000	6,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	6	1,200	7,200
apoyo de oficina	mes	6	800	4,800
Σ				30,500
<b>equipos y transporte</b>				
radio-comunicaciones	móvil	2	500	1,000
campero (1)	meses	6	1,200	7,200
Σ				8,200
<b>insumos</b>				
combustibles	mes	6	250	1,500
Σ				1,500
subtotal				40,200
AIU	%	25		10,050
ΣΣ				50,250

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** status de tenencia/dinámica de mercado de propiedad raíz  
**modalidad ejecución** contrato con Lonja de Propiedad Raíz  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
Ingeniero catastral/administrador bienes raíces	mes	1	3,000	3,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (2)	mes	3	1,000	3,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	3	1,200	3,600
apoyo de oficina	mes	3	800	2,400
Σ				12,000
<b>equipos y transporte</b>				
campero (1)	meses	3	1,200	3,600
Σ				3,600
<b>insumos</b>				
combustibles	mes	3	250	750
Σ				750
subtotal				16,350
AIU	%	25		4,088
ΣΣ				20,438

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** acumulación de contaminantes en redes tróficas  
**modalidad ejecución** contrato contra propuesta de investigación de Invermar  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

**Programa** complementación de información antecedente y monitoría  
**componente** paleolimnología de Tesca-Juan Polo  
**modalidad ejecución** contrato contra propuesta de investigación de Invermar  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
biólogo marino/ecofisiólogo	mes	6	3,500	21,000
químico analítico	mes	8	3,000	24,000
biólogo marino	mes	8	3,000	24,000
asesoría internacional	días	25	600	15,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (2)	mes	12	1,000	12,000
técnico auxiliar laboratorio (2)	mes	12	1,200	14,400
archivista (sistematización, base de datos)	mes	12	1,200	14,400
apoyo de oficina	mes	12	800	9,600
Σ				134,400

<b>equipos y transporte</b>				
radio-comunicaciones	móvil	2	500	1,000
bote motor (con operarios)	móvil	6	1,600	9,600
campero (1)	meses	6	1,200	7,200
Σ				17,800

<b>insumos</b>				
combustibles	mes	12	250	3,000
Σ				3,000

<b>análisis de laboratorio</b>				
vidriería, frascos plásticos...	muestra	250	4	1,000
muestras	muestra	150	500	75,000
Σ				76,000

subtotal				231,200
AIJ	%	25		57,800
ΣΣ				289,000

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
limnólogo/paleoecólogo	mes	6	3,500	21,000
químico analítico	mes	6	3,000	18,000
biólogo/botánico	mes	12	3,000	36,000
asesoría internacional	días	25	600	15,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (1)	mes	12	1,000	12,000
técnico auxiliar laboratorio (1)	mes	12	1,200	14,400
archivista (sistematización, base de datos)	mes	12	1,200	14,400
apoyo de oficina	mes	12	800	9,600
Σ				140,400

<b>equipos y transporte</b>				
radio-comunicaciones	móvil	2	500	1,000
bote motor (con operarios)	móvil	12	300	3,600
campero (1)	meses	12	1,200	14,400
Σ				19,000

<b>insumos</b>				
combustibles	mes	24	250	6,000
Σ				6,000

<b>análisis de laboratorio</b>				
vidriería, frascos plásticos...	muestra	70	4	280
muestras	muestra	30	800	24,000
Σ				24,280

subtotal				189,680
AU	%	25		47,420
ΣΣ				237,100

**Programa** estudio control de vertimientos no domésticos  
**componente** estudio control de vertimientos no domésticos  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con firma consultora ambiental  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.99  
**duración (meses)** 6

item de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
---------------	--------	----------	-----------	---

## personal

ingeniero sanitario/ambiental	mes	4	3,500	14,000
químico analítico	mes	6	3,000	18,000
ingeniero sistemas SIG	mes	3	3,000	9,000
ingeniero industrial	mes	2	3,000	6,000
trabajador social	mes	2	3,000	6,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (10)	mes	20	1,000	20,000
tecnico auxiliar muestreos (2)	mes	6	1,000	6,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	4	1,200	4,800
apoyo de oficina	mes	6	800	4,800
Σ				88,600

## equipos y transporte

radio-comunicaciones	móvil	3	500	1,500
campero (2)	meses	8	1,200	9,600
Σ				11,100

## insumos

combustibles	mes	8	250	2,000
Σ				2,000

## análisis de laboratorio

vidrieria, frascos plásticos...	muestra	1,000	4	4,000
muestras	muestra	500	700	350,000
Σ				354,000

subtotal				455,700
AIU	%	25		113,925
ΣΣ				569,625

**Programa** restauración/conservación/aprovechamiento Tesca  
**componente** declaración de área de conservación/formulación plan operativo  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con ONG ambientalista  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b> cursos</b>				
ingeniero forestal/ecólogo/biólogo conservación	mes	6	3,500	21,000
profesional ciencias sociales	mes	6	3,000	18,000
limnólogo/ictiólogo	mes	8	3,000	24,000
ingeniero catastral	mes	3	3,000	9,000
asesoría internacional	mes	2	12,000	24,000
técnico auxiliar (levantamiento de campo) (2)	mes	12	1,000	12,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	12	1,200	14,400
apoyo de oficina	mes	12	800	9,600
Σ				132,000

**equipos**

radio-comunicaciones	móvil	2	500	1,000
bote motor (con operarios)	móvil	8	1,200	9,600
campero (1)	meses	8	1,200	9,600
Σ				20,200

**pasantías**

combustibles	mes	16	250	4,000
Σ				4,000

subtotal				156,200
AIU	%	25		39,050
ΣΣ				195,250

**Programa** restauración/conservación/aprovechamiento Tesca  
**componente** dotación a Damarena para Unidad Administrativa área de conservación  
**modalidad ejecución** concurso de méritos, contrato con ONG ambientalista  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>equipos y transporte (compra, dotación a Damarena)</b>				
radio-comunicaciones	móvil	5	600	3,000
computadores y periféricos	módulo	5	3,000	15,000
laboratorio básico (limnología, suelos, biología)	global	1	35,000	35,000
amoblamiento	módulo	5	1,500	7,500
video y fotografía	global	1	6,500	6,500
bote motor (2)	móvil	2	20,000	40,000
campero (3)	meses	3	25,000	75,000
motocicletas (3)	meses	3	3,500	10,500
Σ				192,500

**adquisición de predios/proiedades (viveros, puestos de control)**

terrenos	fondo	1	25,000	25,000
construcciones	global	1	35,000	35,000
Σ				60,000

**costo total del componente**

ΣΣ				252,500
----	--	--	--	---------

**costo total del programa**

ΣΣ				447,750
----	--	--	--	---------

**Programa** educación y sensibilización ambientales  
**componente** educación y sensibilización ambientales  
**modalidad ejecución** concurso, contrato con ONG ambientalista o de desarrollo comunitario  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

*proyecto piloto*

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
<b>personal</b>				
profesional de las ciencias ambientales	mes	8	3,500	28,000
profesional de las ciencias sociales	mes	8	3,000	24,000
pedagogos (3)	mes	30	1,500	45,000
asesoría internacional	mes	2	12,000	24,000
archivista (sistematización, base de datos)	mes	18	1,200	21,600
apoyo de oficina	mes	18	800	14,400
Σ				157,000

**materiales didácticos**

impresos	global	1	35,000	35,000
audiovisuales	global	1	24,000	24,000
materiales lúdicos	global	1	12,500	12,500
Σ				71,500

**servicios externos**

servicios contratados con la comunidad	jornales	180	25	4,500
Σ				4,500

*evaluación externa*

taller de evaluación	global	1	7,500	7,500
----------------------	--------	---	-------	-------

*ampliación a otras áreas*

personal	global	1	390,000	390,000
materiales didácticos	global	1	65,000	65,000
servicios externos	global	1	22,500	22,500
Σ				477,500

subtotal				718,000
AIU	%	25		179,500
ΣΣ				897,500

**Programa** fortalecimiento institucional  
**componente** fortalecimiento institucional  
**modalidad ejecución** contrato con Universidad Nacional/Medellín, posgrado recursos hídricos  
**inicia** 07.99  
**termina** 12.04  
**duración (meses)** 66

ítem de costo	unidad	cantidad	costoUS\$	Σ
---------------	--------	----------	-----------	---

**capacitación**

honorarios a docentes	curso	30	2,500	75,000
viáticos y gastos de viaje	curso	30	1,200	36,000
administración (25%)	%	25	925	27,750
Σ				138,750

**equipos computación**

computadores y periféricos	módulo	5	5,500	27,500
aplicaciones y licencias	módulo	5	3,500	17,500
Σ				45,000

**pasantías (para 6 funcionarios de Damarena)**

viáticos	días	100	150	15,000
gastos de viaje	boletos	5	5,000	25,000
Σ				40,000

**total programa**

ΣΣ				223,750
----	--	--	--	---------



51. Manzanillo del Mar

foto Neotrópicos



52. Consulta previa en La Boquilla

foto Neotrópicos



53. Consulta previa en La Boquilla

foto Neotrópicos



54. Manzanillo del Mar

foto Neotrópicos



55. Arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



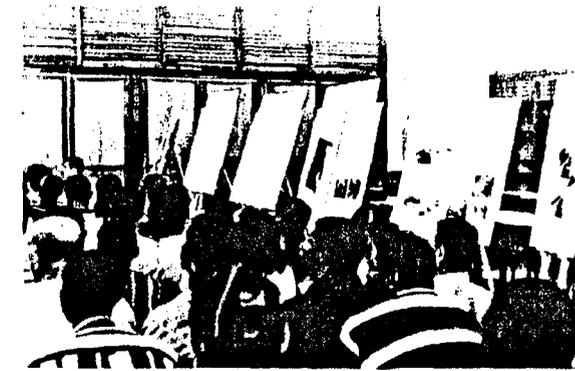
56. Arroyo de Piedra

foto Neotrópicos



57. Presentación del EIA zona suroriental

foto Neotrópicos



58. Presentación del EIA zona suroriental

foto Neotrópicos

**Bibliografía consultada**

Aguas de Cartagena S. A., 1997. Estimación de caudales y calidad de agua vertida en la Bahía. Proyecto GEF/RLA/93/G41 UNOPS (Bahías fuertemente contaminadas del Caribe, caso Cartagena-Colombia) Abril /97. Cartagena, 44 p. Anexos y mapas (usos del suelo para el distrito de Cartagena 1:25.000; delimitación cuencas pluviales aferentes ala Bahía de Cartagena 1:25.000; localización de puntos de vertidos de aguas residuales 1:20.000).

Alcaldía de Cartagena de Indias, 1998. Plan de desarrollo Cartagena de Indias 1998-2000, "Cartagena siempre nuestro compromiso". Febrero de 1998. Cartagena, 253 p.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Estrategia de gestión ambiental. Cartagena, 77 p.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Plan de acción. Cartagena, 44 p.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Resumen ejecutivo. Cartagena, 13 p. + anexos.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Componentes del plan. Cartagena, 80 p. + anexos.

Alvarez, Benjamín, s.f.. Sistema de alcantarillado. Acetatos de presentación, Aguas de Cartagena S. A. E. S. P. Cartagena, 24 unidades.

Alvaro Baquero, 1998. Estudio de alcantarillado y emisario submarino para el saneamiento ambiental de la ciudad de Cartagena. Agosto 30 de 1998. Cartagena, 52 p. + anexos.

Andrade Amaya, Carlos, Francisco Arias, Y. François Thomas, 1988. Nota sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena (Colombia). En: Boletín Científico CIOH, Nº 8, julio de 1988. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:71-81.

Asuntos Internacionales de DIMAR, 1998. OMI: 50 años en pro de mares más limpios y más seguros. Artículo bajado de la página web de la OMI y adaptado por la Oficina de Asuntos Internacionales de DIMAR. En: Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 75-78.

Avila M., A Castillo, K. Gaviria, A. Lopez, D. Lopez, 1998. Análisis de la gestión ambiental en los proyectos a ejecutar para la recuperación de la Ciénaga de Tesca zona sur-oriental de

Cartagena de Indias, Tesis de grado para obtener titulo de Magister en gestión ambiental para el desarrollo sostenible con énfasis en zonas costeras, Cartagena, 141 pgs.

Banco Interamericano de Desarrollo, 1998. Informe de Impactos Ambientales y Sociales (ESIR). Proyecto de Alcantarillado de Cartagena (CO-0227). Documento transmitido vía fax de María Claudia Perazza a Menahem Libhaber en Washington, 22 p. (incluye 3 páginas del documento Consultoría Banco Interamericano de Desarrollo/ ACUACAR-1997; carta de remisión a centro de información de proyectos; Informe de impactos ambientales y sociales, 16 p.).

Banco Mundial, s. f.. La Evaluación Ambiental Regional. Documento de actualización del Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 15. Washington, D. C., 18 p.

Banco Mundial, s. f.. La Evaluación Ambiental Sectorial. Documento de actualización del Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 4. Washington, D. C., 13 p.

Banco Mundial, s. f.. La Privatización y la Evaluación Ambiental: Asuntos y Enfoques. Documento de actualización. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 6. Washington, D. C., 15 p.

Banco Mundial, s. f.. Las auditorías ambientales. Documento de actualiza-

ción. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 11. Washington, D. C., 18 p.

Calero Espinosa, Alfonso, 1998. Apuntes sobre la Estrategia Marítima Nacional. Contralmirante Director General Marítimo. En: Editorial del Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 3-6.

Carinsa, 1994. Estudio preliminar y fase III, cruce Bazurto anillo sur de la Ciénaga de la Virgen. Informe final del estudio de fase III. Marzo de 1994. Volumen IX : Estudio de Impacto Ambiental. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Cartagenera de Ingenierías S. A.. Cartagena, 73 p. + figuras.

Cartagena, Ambiente y Desarrollo Lineamiento para el Ordenamiento Territorial, Etapas II y III, 1995.

Carvajal P., J. H. & F. Pérez Vega, 1993. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral caribe Colombiano, sector : la Boquilla-Bahía de Barbacoas. Ingeominas Unidad Operativa Cartagena. Cartagena, 125 p. + anexos.

Castro, Luz Angela, 1996. Estudio de la contaminación microbiológica y su relación con los parámetros físico-químicos en la bahía de Cartagena (sector Laguito-Castillogrande). En: Boletín Científico CIOH, Nº 16, de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:73-90.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas, 1998. Caracteriza-

- ción y diagnóstico integral de la zona costera comprendida entre Galerazamba y Bahía Barbacoa. CIOH, DIMAR. **En:** Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pp: 51-54.
- CIOH, 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera desde Galerazamba hasta bahía de Barbacoas y censo franja litoral caribe. Tomo I: Marco conceptual y metodológico. Convenio de colaboración CIOH-CARDIQUE, enero 1998. Cartagena de Indias, 74 p. + anexos y planos.
- Comité Especial de Turismo AEC, 1997. Proyecto de acuerdo de la zona de turismo sustentable del Caribe. Versión final 1. 3. II. Reunión del Comité Especial de Turismo, Grupo de Trabajo. Puerto España, 15 p.
- Comité Especial de Turismo AEC, 1997. Recomendaciones de una estrategia para la implementación del acuerdo para el establecimiento de la zona de turismo sustentable del Caribe. Versión final. Mexico, 3 p. (Falta la n° 2).
- Commission for environmental impact assessment, 1996. Evaluación consultiva del diagnóstico de impacto ambiental de la Bocana de Cartagena, Colombia. Dirección General de Cooperación Internacional, DGIS, Holanda. Junio de 1996. 12 p. Apéndice. (Doc. 819-3)
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1998. Garantía de la Nación a una aprobación de crédito externo del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena para el Plan Maestro de Alcantarillado - Vertiente de la Bahía de Cartagena-. Documento CONPES 2984 - MDE-DNP: UPRU-DIVISEP, versión aprobada. Santafé de Bogotá, 11 p (incompleto).
- Corchuelo M., M. C. & Alvarado Ch., E., 1992. Características oceanográficas del agua y del sedimento en el Parque Nacional Natural Corales de Rosario. **En:** Boletín ecotrópica 1992. Suplemento N° 1. Santafé de Bogotá, pp: 45-47.
- Cure Janna, Dorance, 1989. Una ciénaga virgen. Proyecto de caños, las lagunas de oxidación, trasladar el aeropuerto Crespo-Tierrabaja. Litografía Jonan Ltda. 1ª edición. Cartagena, 99 p.
- División de Litorales e Investigaciones Marinas, 1998. Propuesta de una estrategia nacional para la implementación del MARPOL 73/78., DIMAR. **En:** Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 14-17.
- División de Transporte Marítimo, 1998. Reglamento Nacional Marítimo. Decreto 3111 de diciembre 30 de 1997. **En:** Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 55-58.
- Ducci, Jorge, 1998? . Estudio socioeconómico para el proyecto de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Cartagena, Colombia pag: 62 - 80. + cuadros.
- Elles Quintana, Ubaldo. 1987. La contaminación en Cartagena de Indias: "catástrofe ecológica y humana". Editorial Bolívar Ltda.. Cartagena, 54 p
- Environmental Resources Management, 1995. Terms of Reference: Institutional Strengthening of the Central Transport Planning Unit (CTPU) and Road Administration Division (RAD). Ministry of Public Works, Communications and Regional Development (MPWCRD). Annex C, January 1995, Reference 2885. London, 20 p.
- Fonade, Hidrotec, Edurbe, 1984. Proyecto para el mejoramiento del sistema de caños, lagunas y ciénagas de Cartagena. Octubre 1984. Pag: 26-28 y 48-68.
- Garay Tinoco, J. A., 1986. Concentración y composición de hidrocarburos derivados del petróleo en aguas, sedimentos y peces de la Bahía de Cartagena. **En:** Boletín Científico CIOH, N° 6 enero 1986. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:41-62.
- Garay Tinoco, Jesus & Luz Angela Castro, 1993. Inventario sobre uso cualitativo y cuantitativo de plaguicidas en las principales cuencas hidrográficas en Colombia, en el Caribe colombiano/ciénaga de La Virgen. **En:** Boletín Científico CIOH, N° 14, julio de 1993. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pp: 31-46.
- García V., M. A., 1990. Esquema de la red trófica de la ciénaga de La Virgen. **En:** Steer-Ruiz, R. (ed). VII Sem. Nal. de Cien. y Tec. del Mar, Cali (Valle) Colombia, oct. 30 - nov. 2, pp. 663 - 672.
- Gunnerson, Charles G. (ed), 1988. Wastewater Management for Coastal Cities. The Ocean Disposal Option. C. G. Gunnerson, editor; con la colaboración de Paul G. Davis...[et al.]. World Bank Technical paper N°77. Integrated Resource Recovery, UNDP Project Management Report N° 8. Washington, D. C., 396 p.
- Hamilton, L. S. & S. C. Snedaker (edits.), 1984. Handbook for Mangrove Area Management. Environment and Policy Institute East-West Center, International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Honolulu, 123 p.
- Haskoning-Carinsa, 1995. Informe preliminar. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Octubre de 1995. Cartagena, 13 p. Anexos.
- Haskoning-Carinsa, 1996. Evaluación consultiva de la información adicional al diagnóstico de impacto ambiental de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. 19 Junio de 1996. Cartagena, 23 p.
- Haskoning-Carinsa, 1996. Evaluación consultiva de la información adicional al diagnóstico de impacto ambiental de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. 19 Noviembre de 1996. Cartagena, 34 p.

- Haskoning-Carinsa, 1996. Información para proponentes para la construcción de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Agosto 1997. Cartagena, 45 p. Anexo (planos).
- Haskoning-Carinsa, 1996. Misión de evaluación de los planes para el saneamiento de Cartagena, Cartagena, Colombia. 19 Junio de 1993. Cartagena, pag:1-40, 64 -71.
- Haskoning-Carinsa, 1996. Suplemento-informe, Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Septiembre de 1996. Cartagena, 35 p.
- Hazen and Sawyer, 1998. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino, Cartagena de Indias, Colombia. *Segundo reporte de avance*. Hollywood, FL., 309 p.
- Hazen and Sawyer, 1998. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino. *Informe de Progreso N° 1*. Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos. Aguas de Cartagena, Banco Mundial., Hollywood, FL., 105 p. + cuadros, gráficas, mapas.
- Hazen and Sawyer, 1998. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino. *Informe final*. Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos. Aguas de Cartagena, Hollywood, FL., 296 p. Anexos.
- Hazen and Sawyer, 1998. Evaluación de impacto ambiental proyecto de alcantarillado vertiente Bahía de Cartagena, Colombia. Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos, Aguas de Cartagena, Hollywood, FL., 296 p.
- Hidrotec, 1981. Cartagena, Plan Maestro de drenajes pluviales (Col.773/004). Naciones Unidas Programa para el Desarrollo. Informe final. Octubre de 1981. Bogotá, 162 p.
- IGAC, 1975. Carta, Plancha N° 30-I-B, Escala 1:25.000. Zona sur de la Bahía de Cartagena.
- IGAC, 1975. Estudio semidetallado de suelos de los municipios de Cartagena y Santa Catalina. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 260 pgs.
- IGAC, 1976. Carta, Plancha N° 23-I-D, Escala 1:25.000. Zona de Punta Canoas.
- IGAC, 1994. Carta, Plancha N° 23-III-B, Escala 1:25.000. La Boquilla, zona norte de la ciénaga de La Virgen.
- IGAC, 1994. Carta, Plancha N° 23-III-D, Escala 1:25.000. Cartagena y zona sur de la Ciénaga de La Virgen.
- IGAC, 1996. Mapa plano Ciudad de Cartagena, Escala 1:15.000. 2ª edición.
- Javelaud, Oliver, 1986. Sedimentología de la plataforma continental del Caribe colombiano. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 6 enero 1986. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:17-39.
- Juanicó Marcelo, F. E. 1998. Normas y criterios para la descarga de aguas negras en el medio ambiente. Republica Dominicana, septiembre de 1998. 29 p.
- Klingebiel, A. & G. Vernet, 1977. Estudio batimétrico y sedimentológico en la plataforma continental entre Cartagena y la desembocadura del río Magdalena (Colombia). Misión Técnica Francesa, Escuela Naval, Cartagena, Colombia e Institut de Geologie d' Aquitaine, Bordeaux, Francia. *En*: ? , pag:55-70.
- Lonin, Serguei & Luis Giraldo, 1996. Circulación de las aguas en la ciénaga de la Virgen (Tesca) y formulación de un modelo de su calidad. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 17, diciembre de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:65-72.
- Lonin, Serguei & Luis Giraldo, 1996. Influencia de los efectos térmicos en la circulación de la Bahía interna de Cartagena. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 17, diciembre de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:47-56.
- Lonin, Serguei & Luis Giraldo, 1996. Resultados preliminares del estudio de la dinámica del sistema de caños y lagunas de Cartagena. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 17, diciembre de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:57-63.
- Moreno de Wood, D., A. Arrieta Pastrana, J. M. Pablo Horrillo, R. Blanco Cardozo, 1993. Respuestas del sistema ciénaga de La Virgen - Caños de Cartagena a los cambios en las secciones de comunicación con la bahía y el mar. Trabajo de ascenso. Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Instituto de hidráulica y saneamiento ambiental. Cartagena, 61 p.
- Muñoz Piña, Carlos, 19 . Métodos para la evaluación económica de ecosistemas. Unidad Coordinadora de Análisis Económico y Social, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), México. *En*: Segundo taller de Manejo del ecosistema de Manglar, pag: 229-237.
- Muñoz Piña, Carlos, 1977. Guía rápida para estimar el valor monetarios de los beneficios ecológicos de los manglares. Unidad Coordinadora de Análisis Económico y Social, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), México. *En*: Segundo taller de Manejo del ecosistema de Manglar, pag: 238-242.
- Ochoa Bravo, B., E. Vanegas Ortiz, R. Andrade Castillo, 1995. Descargas submarinas de aguas negras. Trabajo presentado para ascenso en el escalafón docente. Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Cartagena, 37 p.

- Pagliardini, J. L., M. Gómez, H. Gutiérrez, S. Zapata, A. Jurado, J. Garay, G. Varnette, 1982. Síntesis del proyecto Bahía de Cartagena. **En:** Boletín Científico CIOH, N° 4, junio 1982. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:49-108.
- Parsons Engineering Science, 1995. Water Management and Coastal Pollution Control Project. Contract for consultants' services between International Bank for Reconstruction and Development and Parsons Engineering Science, Inc. Arpil 11 de 1995. 10 p. + Anexos.
- Parsons Engineering Science, 1996. Normas de calidad ambiental. Borrador de Informe final. Ministerio de la Presidencia, Proyecto Manejo de aguas residuales en Lima Metropolitana. Enero de 1996. Pasadena, 39 p. + Anexos.
- Plan Maestro de ordenamiento físico para la isla de Barú y la zona Norte de Cartagena de Indias. Marzo 1994.
- Pujos, M., J-L. Pagliardini, R. Steer, G. Varnette, O. Weber, 1986. Influencia de la contracorriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. **En:** Boletín Científico CIOH, N° 6 enero 1986. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:3-15.
- Salas, Henry J., 1994. Historia y aplicación de normas microbiológicas de la calidad del agua en el medio marino. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud. Versión actualizada impresa en el CEPIS. Lima, 22 p. Publicación original **En:** Hojas de Divulgación Técnica del CEPIS N° 29, 1985. También en Water Science Technology, Vol. 18, N° 11, 1986.
- Sánchez Páez, Heliodoro, 19. Los Manglares de Colombia. Unidad Investigativa Federico Medem (UNIFEM), Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del medio Ambiente (INDERENA), Bogotá. **En:** Segundo taller de Manejo del ecosistema de Manglar, pag: 21-33.
- Sánchez R., Levy, 1979?. Estudio de corrientes en la Bahía de Cartagena mediante la aplicación de radioisótopos. IV - SENHI - 4.041. Instituto de asuntos nucleares, Organismo Internacional de Energía Atómica. Bogotá, 10 p..
- Segreara García, Rene J. (T.O.) & Jovanis Gamero H. (T.O.), 1998. Emisario submarino: una solución a la contaminación. Capitanía de Puerto de Santa Marta, DIMAR. **En:** Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 59-62.
- Serrano Acevedo, R., R. Quintero Serpa, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 1992. Cartografía bioecológica de la Isla Naval Achipielago Islas del Rosario, Colombia. **En:** Boletín ecotrópica 1992. Suplemento N° 1. Santafé de Bogotá, pag: 61-62.
- Snedaker, S. C., CH. D. Getter, 1985. Coastal Resources Management Guidelines. Research Planning Institute, Inc. for National Park Service, U. S. Department of the Interior. Washington, D. C., 205 p.
- The World Bank, 1995. International Agreements on Environment and Natural Resources: Relevance and Application in Environmental Assessment. **In:** Environmental Assessment Sourcebook UPDATE, August 1995 Number 10. Washington, D. C., 8 p.
- The World Bank, 1997. Bank Procedures. Environmental Assessment. The World Bank Operational Manual DRAFT BP 4.01, Novembre 1997. Washington, D. C., 5 p. Anexos (Environmental Data Sheet for Projects in the IBRD/IDA Lending Program, Application of EA to Dam and Reservoir Projects, Application of EA to Projects Involving Pest Management).
- The World Bank, 1997. Good Practices. Environmental Assessment. The World Bank Operational Manual DRAFT BP 4.01, Novembre 1997. Washington, D. C., 3 p. Anexos (Checklist of Potential Issues for an EA, Types of Projects and Their Typical Classifications).
- The World Bank, 1997. Operational Policies. Environmental Assessment. The World Bank Operational Manual DRAFT OP 4.01, Novembre 1997. Washington, D. C., 6 p. Anexos (Definitions, Content of an Environmental Assessment Report for a Category A Project, Environmental Management Plan).
- Therán T., Aníbal, 1998. Minambiente da vía libre al Eje II. Periódico El Universal, Lunes 13 de julio de 1998. Cartagena, pag: 9A.
- Troyano, Fernando, 1998. Planificación del sistema de evaluación de aguas residuales de Cartagena de Indias. Informe particular sobre la problemática de la Ciénaga de la Virgen. Panel de Expertos 23-26/98 Banco Mundial. Cartagena, 11 p.
- Urbano Rosas, Jorge, 1992. Estado actual de la Bahía de cartagena v/s contaminación. **En:** Boletín Científico CIOH, N° 10, mayo de 1992. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:3-12.
- World Bank, 1997. International Agreements, Climate Change, Ozone Depletion, Biological Diversity, Forests, Desertification/Drylands, Endangered Species Wetlands, International Watercourses, Seas and Oceans, Hazardous Wastes. Tifth Annual World Bank Conference on environmentally and socially sustainable development. 40 p.

**Bibliografía complementaria**

Acero P., Arturo; Garzón Ferreira, Jaime. Peces de las Islas del Rosario y de San Bernardo (Colombia) II. Tres nuevos registros para el Caribe sur y 16 más para la costa norte continental colombiana. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 15/16(1986) ; pp. 3-29

Acero P., Arturo; Garzón Ferreira, Jaime. Peces de las Islas del Rosario y de San Bernardo (Colombia): I. Características del área y lista de especies. En: Actualidades Biológicas. Medellín : Universidad de Antioquia Vol. 14, No. 54 (1985) ; pp. 137-148

Acero P., Arturo; Moreno Segura, María Patricia. *Xanthichthys ringens* (Pisces: Balistidae) in Islas del Rosario (Colombia): a new record for the Caribbean continental shelf. En: An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. México : Universidad Nacional Autónoma de México Vol. 19, No. 2(1992) ; pp. 243-245

Acosta H., Nelly; Reyes de Carvajal, Lucy. Relación entre medio y meiofauna: cambios morfológicos en *Cypri-deis torosa* (Ostracodo) de la Ciénaga de los Vásquez. Isla Barú. Caribe colombiano. En: Acta Biológica Colombiana. Santafé de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia Vol. 3, No.1 (1996) ; pp. 93-103

Acosta Rojas, Olga Lucía. Algunos aspectos de vida de la familia Gerreidae en la Ciénaga de Tesca, Cartagena. Bogotá : El Autor, 1985. 49 h. : il. ;

30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1985.

Aguas de cartagena S. A., 1997. Estimación de caudales y calidad de agua vertida en la Bahía. Proyecto GEF/RLA/93/G41 UNOPS (Bahías fuertemente contaminadas del Caribe, caso Cartagena-Colombia) Abril /97. Cartagena, 44 p. Anexos y mapas (usos del suelo para el distrito de Cartagena 1:25.000; delimitación cuencas pluviales aferentes ala Bahía de Cartagena 1:25.000; localización de puntos de vertidos de aguas residuales 1:20.000).

Alcaldía de Cartagena de Indias, 1998. Plan de desarrollo Cartagena de Indias 1998-2000, "Cartagena siempre nuestro compromiso". Febrero de 1998. Cartagena, 253 p.

Alcaldía de Cartagena, 1998. Plan de Desarrollo Cartagena 1995--1997.

Alcaldía de Cartagena, Plan de Desarrollo Distrital de Cartagena 1998-2000.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Estrategia de gestión ambiental. Cartagena, 77 p.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Plan

de acción. Cartagena, 44 p.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Resumen ejecutivo. Cartagena, 13 p. + anexos.

Alcaldía Mayor de Cartagena - Damarena/Ideade - Universidad Javeriana, 1997. Plan de gestión ambiental del distrito y turístico y Cultural de Cartagena de Indias PGAC, 1996-97. Componentes del plan. Cartagena, 80 p. + anexos.

Allain, J.Y. Mortalidad natural de *Lytechinus variegatus* (Lamarck), (Echinodermata, Echinoidea), en la Bahía de Cartagena, Colombia. En: Boletín Museo del Mar. Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 7(1975) ; pp. 51-60

Alonso Carvajal, David A.; Pineda Deom, Patrick A. Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en dos especies ícticas de diferente nivel trófico en la Bahía de Cartagena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Santa Marta : Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1997. 78 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1997.

Alvarado Ch., E. M., F. Duque T., L. Flórez G., R. Ramirez C., 1986. Evaluación cualitativa de los arrecifes corales de las Islas del Rosario (Carta-

gena, Colombia). En: Boletín Ecotrópica, N° 15, 1986. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:1-30.

Alvarado Chacón, Elvira María...[et al.] El deterioro en los arrecifes que conforman el Parque Nacional Submarino Corales del Rosario (Resumen). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar (5 : Noviembre 24-27 de 1986 : Buenaventura). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1986) ; pp. 255-256

Alvarado Chacón, Elvira María; Corchuelo Moreno, María Consuelo. Los nutrientes, la temperatura y la salinidad provenientes del Canal del Dique como factores de deterioro en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Cartagena, Colombia). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 277-287

Alvarado Chacón, Elvira María; Pinilla Agudelo, Gabriel Antonio; León Sicard, Tomas Enrique. Plan de manejo del Parque Nacional Natural Corales del Rosario. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 651-659

Alvarado Ch., E., G. Pinilla, T. León, E. Sarmiento, F. Flechas, G. Alvis, G.

- Vargas, F. Arias, R. Steer, A. Ramos, 1992. Plan de manejo para el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. **En:** Boletín ecotrópica 1992. Suplemento N° 1. Santafé de Bogotá, pag: 33-37.
- Alvarado Chacón., Elvira M., 1992. Sistemas arrecifales en Colombia, investigación y manejo. Memorias del Taller sobre Arrecifes Coralinos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, COLCIENCIAS, Fundación Segunda Expedición Botánica. Santa Marta, noviembre 4 al 6 de 1991. **En:** Boletín ecotrópica 1992. Suplemento N° 1. Santafé de Bogotá, 84 p.
- Alvarez León, Ricardo; Blanco Racedo, Jacobo. Composición de las comunidades ictiofaunísticas de los complejos lagunares estuarinos de la Bahía de Cartagena, Ciénaga de Tesca y Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano = Composition of fish communities in the lagoon and estuarine complex of Cartagena Bay, Ciénaga de Tesca and Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean, Ricardo Alvarez León y Jacobo Blanco Racedo. **En:** Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: hacia una integración de ecosistemas = Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. México: Universidad Nacional Autónoma de México (1985); pp. 535-555
- Alvaro Baquero, 1998. Estudio de alcantarillado y emisario submarino para el saneamiento ambiental de la ciudad de Cartagena. Agosto 30 de 1998. Cartagena, 52 p. + anexos.
- Andrade Amaya, Carlos & Y. François Thomas, 1988. Sedimentos en suspensión e hidrodinámica al sureste del delta del río Magdalena, mar Caribe (Colombia). **En:** Boletín Científico CIOH, N° 8, julio de 1988. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:27-34.
- Andrade Amaya, Carlos, Francisco Arias, Y. François Thomas, 1988. Nota sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena (Colombia). **En:** Boletín Científico CIOH, N° 8, julio de 1988. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:71-81.
- Arango Botero, Humberto; Fonseca Nossá, Carlos Eduardo. Cambios en la biomasa planctónica debidos a focos de contaminación en la Bahía de Cartagena, Colombia 1976/77.. Bogotá: El Autor, 1978. 57 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1978.
- Arrieta Pastrana, Alfonso; Pacheco López, Javier. Metodología para la simulación de la calidad del agua en un estuario- caso: Ciénaga de la Virgen - Cartagena. **En:** Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8: Octubre 26-30 de 1992: Santa Marta). Santafé de Bogotá: Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992); pp. 1107-1119
- Asuntos Internacionales de DIMAR, 1998. OMI: 50 años en pro de mares más limpios y más seguros. Artículo bajado de la página web de la OMI y adaptado por la Oficina de Asuntos Internacionales de DIMAR. **En:** Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 75-78.
- Ayres, Rache M. & D. Duncan Mara, 1997. Análisis de aguas residuales para uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 31 p.
- Banco Interamericano de Desarrollo, 1998. Informe de Impactos Ambientales y Sociales (ESIR). Proyecto de Alcantarillado de Cartagena (CO-0227). Documento transmitido vía fax de María Claudia Perazza a Menahem Libhaber en Washington, 22 p. (incluye 3 páginas del documento Consultoría Banco Interamericano de Desarrollo/ ACUACAR-1997; carta de remisión a centro de información de proyectos; Informe de impactos ambientales y sociales, 16 p.).
- Banco Mundial, s. f.. La Privatización y la Evaluación Ambiental: Asuntos y Enfoques. Documento de actualización. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 6. Washington, D. C., 15 p.
- Banco Mundial, s. f.. Las auditorías ambientales. Documento de actualización. Departamento del Medio Ambiente, Banco Mundial. Número 11. Washington, D. C., 18 p.
- Baquero, Alvaro. Subcontrato de la parte social ante Margalida Castro-Banco Mundial; tres talleres sopesando la opinión de la comunidad.
- Bernier Pacheco, Ivonne M. Contaminación microbiológica en la Bahía de Cartagena. Bogotá: El Autor, 1977. 53 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino) Fundación Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". Facultad de Ciencias del Mar, 1977.
- Blanco, J. A., J. M. Díaz, G. Ramirez, L. M. Cortes, 1994. El Banco de las Animas: una amplia formación arrecifal desarrollada sobre un antiguo delta del río Magdalena. **En:** Boletín Ecotrópica, N° 27, 1994. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:11-18.
- Bohórquez Rueda, Carlos Alberto; Prada Triana, Martha Cecilia. Siembra y transplante de *Rhizophora mangle* L. 1773 y tipología del manglar del Parque Nacional Corales del Rosario. Bogotá: El Autor, 1986. 124 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1986.
- Bohórquez Rueda, Carlos Alberto; Prada Triana, Martha Cecilia. Transplante de plántulas de *Rhizophora mangle* (*Rhizophoraceae*) en el Parque Nacional Corales del Rosario, Colombia. **En:** Rev. Biol. Trop. San José: Universidad de Costa Rica Vol. 36, No. 2B (1988); pp. 555-557

- Botero A., Julián; Garzón Ferreira, Jaime; Gutiérrez M., Gustavo. Los peces de la península de Castillo Grande (Bahía de Cartagena). Bogotá: El Autor, 1979. 147 h. : il. ; 30 cm. Contenido: Parte 1 Inventario sistemático y apuntes ecológicos. -- Parte 2 Establecimiento y desarrollo de la comunidad ficticia de un arrecife artificial construido con llantas de desecho. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1979
- Bula Meyer, Germán Antonio, 1992. Investigaciones sobre macroalgas en arrecifes coralinos. En: Boletín Ecológico. Santafé de Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 1 Supl.(1992); pp. 40-42
- Bula Meyer, German, 1986. Las macroalgas de los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario, Costa Caribe de Colombia. En: Boletín Ecológico, N° 14, 1986. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:1-19.
- Bula Meyer, Germán Antonio; Díaz Pulido, Guillermo; Celis Rincón, Argemiro. Adiciones a las macroalgas de los arrecifes coralinos de las Islas del Rosario, con nuevos registros para el Caribe colombiano y el Atlántico. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta. INVEMAR No. 22(1993); pp. 21-29
- C.I.O.H., 1981. Concepto sobre el máximo nivel de las aguas en la ciénaga de La Virgen. Marzo de 1981. Cartagena, 7 p.
- Calero Espinosa, Alfonso, 1998. Apuntes sobre la Estrategia Marítima Nacional. Contralmirante Director General Marítimo. En: Editorial del Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 3-6.
- Calero Hernández, Luis Alfredo. Anfipodos bentónicos de la Bahía de Cartagena (Caprellidea y Gammaridea). Bogotá: El Autor, 1982. 79 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1982.
- Calero Hernández, Luis Alfredo. Aprovechamiento de la energía solar para la obtención de energía eléctrica en la estación oceanográfica Islas del Rosario (Resumen). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar (5 :Noviembre 24-27 de 1986 : Buenaventura). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1986); pp. 280-280
- Campos Campos, Nestor Hernando. Los cangrejos ermitaños de la Bahía de Cartagena (Familia Paguridae) y su biología. Cartagena : El autor, 1978. 87 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1978.
- Carbonell O., María Consuelo. Ceratium schrank (Dinoflagellatae, peridinales) de las Islas del Rosario, Caribe Colombiano. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No.12 (1982); pp. 71-91
- CARDIQUE, 1998. Diagnóstico socioeconómico y planificación estratégica de las áreas de manglar de Bolívar. Centro de Investigaciones Ambientales, 1987. Estudio de impacto ambiental por la construcción del anillo vial de Cartagena sobre la ciénaga de La Virgen. Aspectos técnicos del EIA, conclusiones y recomendaciones. Vol. I. Universidad de Antioquia. Medellín, 159 p.
- CARDIQUE, 1997. Diagnóstico y zonificación de los manglares del departamento de Bolívar. Informe final Cardique. Cartagena, 228 p. + tablas.
- Caro Caro, Clara Inés; Parada Ruffinatti, Carmen. Relación del elemento fósforo con algunos foraminíferos bentónicos de lagunas costeras, Isla Barú, Caribe colombiano. En: An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 17(1987); pp. 39-47
- Carvajal P., J. H. & F. Pérez Vega, 1993. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral caribe Colombiano, sector : la Boquilla-Bahía de Barbacoas. Ingeominas Unidad Operativa Cartagena. Cartagena, 125 p. + anexos.
- Castillo, Angélica...[et al.] Caracterización física de la laguna costera de Coloso, Isla Grande, Parque Nacional Corales del Rosario, Colombia. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992); pp. 501-511
- Caycedo Lara, Iván Enrique. Holothurioidea (Echinodermata) de aguas someras en la Costa norte de Colombia. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 10(1978); pp. 149-198
- Caycedo Lara, Ivan Enrique. Observaciones de los equinodermos en las Islas del Rosario. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979); pp. 39-47
- Caycedo Lara, Iván Enrique. Observaciones preliminares de los Equinodermos en las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977); pp. 44-48
- Celis Rincón, Argemiro; Alvarez León, Ricardo. Epifitismo y epizoismo de algas coralíneas en el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, Caribe colombiano(Resumen). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992); pp. 564
- Centro de Investigaciones Ambientales, 1987. Estudio de impacto ambiental por la construcción del anillo vial de Cartagena sobre la ciénaga de La Virgen. Vol. I. Aspectos técnicos del estudio de impacto ambiental, conclusiones y recomendaciones. Universidad de Antioquia. Medellín, 160 p.

- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas, 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera comprendida entre Galerazamba y Bahía Barbacoa. CIOH, DIMAR. En: Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 51-54.
- Cifuentes Aragón, William. Contribución al conocimiento de la estructura, fauna y flora del ecosistema de manglares en la Bahía de Cartagena. Bogotá: El Autor, 1980. 104 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1980.
- CIOH, 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera comprendida entre Galerazamba y Bahía Barbacoas. CIOH, DIMAR, CARDIQUE. Cartagena.
- CIOH-CARDIQUE, 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera desde Galerazamba hasta bahía de Barbacoas y censo franja litoral caribe. Tomo I: Marco conceptual y metodológico. Convenio de colaboración CIOH-CARDIQUE, enero 1998. Cartagena de Indias, 74 p. + anexos y planos.
- CIOH-CARDIQUE, 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera desde galerazamba hasta bahía de Barbacoas y censo franja litoral caribe. Tomo II: Diagnóstico. Convenio de colaboración CIOH-CARDIQUE, enero 1998. Cartagena de Indias, 108 p.
- CIOH-CARDIQUE, 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera desde galerazamba hasta bahía de Barbacoas y censo franja litoral caribe. Tomo III: Caracterización. Convenio de colaboración CIOH-CARDIQUE, enero 1998. Cartagena de Indias 407 p.
- Colombia. Ministerio de Obras Públicas. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Evaluación de la contaminación de las aguas de la Bahía de Cartagena mediante la utilización de técnicas de percepción remota: informe. Bogotá: C.I.A.F., 1973. 14 p. : il. ; 30 cm.
- Conde, Santiago; Londoño, Ricardo. Inventario preliminar de gorgonáceos Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia en el bajo del Medio y otras localidades de las Islas del Rosario Cartagena, Colombia. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 316-324
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1998. Garantía de la Nación a una aprobación de crédito externo del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena para el Plan Maestro de Alcantarillado - Vertiente de la Bahía de Cartagena-. Documento CONPES 2984 - MDE-DNP: UPRU-DIVISEP, versión aprobada. Santafé de Bogotá, 11 p (incompleto). Documento enviado por fax con carta de presentación, de fecha 2.2.98, dirigida al Ministro del Medio Ambiente, Dr. Eduardo Verrano de la Rosa y firmada por Cecilia Claudia Corvalan D. Secretario Técnico del CONPES (E).
- Coral Durango, Alvaro; Caicedo Oviedo, Alvaro. Descripción de la formación arrecifal de Isla Grande (Islas del Rosario) con anotaciones ecológicas. Cartagena : El Autor, 1983. 111 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1983.
- Corchuelo M., M. C. & Alvarado Ch., E., 1992. Características oceanográficas del agua y del sedimento en el Parque Nacional Natural Corales de Rosario. En: Boletín ecotrópica 1992. Suplemento N° 1. Santafé de Bogotá, pag: 45-47.
- Corchuelo Moreno, María Consuelo; Alvarado Chacón, Elvira María. Factores físico-químicos imperantes en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 337-342
- Corchuelo Moreno, María Consuelo; Alvarado Chacón, Elvira María. Características oceanográficas del agua y del sedimento en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. En: Boletín Ecotrópica. Santafé de Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 1 Supl.(1992) ; pp. 45-47
- Corredor Arias, Lilliane. Observaciones preliminares de los Natantios (Crustacea: Decapoda) en las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COL-CIENCIAS(1977) ; pp. 32-35
- Corredor Arias, Lilliane...[et al.] Decápodos colectados en las Islas del Rosario. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979) ; pp. 31-34
- Cuervo Díaz, Alicia. Lista preliminar de algas. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COL-CIENCIAS(1977) ; pp. 25-27
- Cuervo Díaz, Alicia. Lista preliminar de las algas de las Islas del Rosario. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979) ; pp. 21-22
- Cure Janna, Dorance, 1989. Una ciénaga virgen. Proyecto de caños, las lagunas de oxidación, trasladar el aeropuerto Crespo-Tierrabaja. Litografía Jonan Ltda. 1ª edición. Cartagena, 99 p.
- DAMARENA - IDEADE, 1997. Plan de gestión ambiental del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias. Cartagena.
- DAMARENA, 1995. Programas de restauración manglárica en la ciénaga de La Virgen y Bahía de Barbacoas. Proyectos: Recuperación de manglares en la ciénaga de La Virgen y en Pasacaballos. Cartagena, p.

- Definición concertada de acciones para la recuperación del tejido ecológico y cultural del cerro de la Popa.
- Díaz Pulido, Guillermo; Rojas Ospina, Mario Alberto. Las comunidades del bajo arrecifal profundo Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: III. Estructura de la comunidad macroalgal. En: *Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar* (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 304-315
- Díaz, J. M. , J. A. Sánchez, G. Díaz-Pulido, 1996. Geomorfología y formaciones arrecifales recientes de la Isla Fuerte y Bajo Bushnell, plataforma continental del Caribe. En: *Boletín Investigaciones Marinas y Costeras* Nº25, INVEMAR. Santa Marta, pag: 87-105.
- División de Litorales e Investigaciones Marinas, 1998. Propuesta de una estrategia nacional para la implementación del MARPOL 73/78., DIMAR. En: *Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR*. Junio de 1998. Bogotá, pag: 14-17.
- División de Transporte Marítimo, 1998. Reglamento Nacional Marítimo. Decreto 3111 de diciembre 30 de 1997. En: *Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR*. Junio de 1998. Bogotá, pag: 55-58.
- Domenech, Xavier, 1994. La contaminación del medio hídrico. En: *Química ambiental: el impacto ambiental de residuos*. Domenech, X., Ediciones Miraguano S. A. 2ª edición. Madrid, 254 p.
- Ducci, Jorge, 19 . Estudio socioeconómico para el proyecto de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Cartagena, Colombia pag: 62 - 80. + cuadros.
- Dueñas Ramírez, Pedro Ricardo. Inventario preliminar de los poliquetos (Annelida) de aguas someras de la Bahía de Cartagena y áreas adyacentes. Bogotá : El Autor, 1979. 216 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar.
- Elles Quintana, Ubaldo. 1987. La contaminación en Cartagena de Indias: "catástrofe ecológica y humana". Editorial Bolívar Ltda.. Cartagena, 54 p
- Environmental Resources Management, 1995. Terms of Reference: Institutional Strengthening of the Central Transport Planning Unit (CTPU) and Road Administration Division (RAD). Ministry of Public Works, Communications and Regional Development (MPWCRD). Annex C, January 1995, Reference 2885. London, 20 p.
- Escobar Ramírez, J. Jairo; Astralaga Pertuz, Margarita. Compilación bibliográfica sobre la contaminación de la Bahía de Cartagena a agosto de 1981. Bogotá : INDERENA, 1981. 62 p. : il. ; 30 cm.
- Flórez González, Lilián. Inventario preliminar de la fauna hidroide de la Bahía de Cartagena y áreas adyacentes. Bogotá : El Autor, 1981. 199 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Bióloga Marina). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1981.
- Fonade, Hidrotec, Edurbe, 1984. Proyecto para el mejoramiento del sistema de caños, lagunas y ciénagas de Cartagena. Octubre 1984. Pag: 26-28 y 48-68.
- Franco H., Andrés...[et al.] Contribución al conocimiento del plancton de Isla Tesoro, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe colombiano. En: *Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar* (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992) ; pp. 754-762
- Galvis Castro, Nohora H. Aplicación de modelos metodológicos para evaluar cuantitativamente los ecosistemas arrecifales Evaluación cuantitativa sobre la barrera arrecifal al norte de Isla Grande y las Llanuras arrecifales de las Islas Pavitos, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena, Colombia. En: *Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar* (6 : Diciembre 5-6 y 7 de 1988 : Bogotá). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1988) ; pp. 450-467
- Galvis Castro, Nohora H., 1989. Evaluación cuantitativa de las llanuras arrecifales de las Islas Pavitos, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena, Colombia. En: *Boletín Ecológico*, Nº 19, 1989. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:27-54.
- Galvis Castro, Nohora H., 1989. Evaluación cuantitativa de las llanuras arrecifales de las Islas Pavitos, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena, Colombia. En: *Boletín Ecológico*, Nº 19, 1989. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:27-54.
- Galvis Castro, Nohora H., 1989. Evaluación cuantitativa de las llanuras arrecifales de las Islas Pavitos, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena, Colombia. En: *Boletín Ecológico*, Nº 19, 1989. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:27-54.
- Garay Tinoco, J. A., 1986. Concentración y composición de hidrocarburos derivados del petróleo en aguas, sedimentos y peces de la Bahía de Cartagena. En: *Boletín Científico CIOH*, Nº 6 enero 1986. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:41-62.
- Garay Tinoco, Jesus & Luz Angela Castro, 1993. Inventario sobre uso cualitativo y cuantitativo de plaguicidas en las principales cuencas hidrográficas en Colombia, en el Caribe colombiano/ciénaga de La Virgen. En: *Boletín Científico CIOH*, Nº 14, julio de 1993. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:31-46.
- Garay Tinoco, Jesús Antonio. Vigilancia de la contaminación por petróleo en el Caribe colombiano (Punta canoas hasta Barbacoas, Cartagena, Colombia). En: *Bol. Cient. C.I.O.H. Cartagena : C.I.O.H. No. 7(1987)* ; pp. 101-117
- García U., Rocío del Pilar; Alvarado Chacón, Elvira María; Acosta Moreno, Luis Alberto Crecimiento del coral

- Acropora palmata (Lamarck, 1886) en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe colombiano. En: Bol. Invest. Mar. Cost.. [s.l.] : [s.n.] Vol. 25, (1996) ; pp. 7-18
- García U., Rocio del Pilar; Alvarado Chacón, Elvira María; Acosta Moreno, Luis Alberto. Regeneración de colonias y trasplante de fragmentos de Acropora palmata (Cnidaria: Scleractinia) en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe colombiano. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 24(1995) ; pp. 5-21
- García V., M. A., 1990. Esquema de la red trófica de la ciénaga de La Virgen. En: Steer-Ruiz, R. (ed). VII Sem. Nal. de Cien. y Tec. del Mar, Cali (Valle) Colombia, oct. 30 - nov. 2, pp. 663 - 672.
- García Valderrama, Manuel Antonio. Esquema de la red trófica de la Ciénaga de la Virgen. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 84-91
- García Valderrama, Manuel Antonio. Impacto ambiental de origen antropico de la Ciénaga de la Virgen. Efectos colaterales por degradación. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 673-686
- Garzón Ferreira, Jaime. La langosta *Palaemonetes gundlachi* (Decapoda: Synaxidae) en el sur del Mar Caribe. En: Rev. Biol. Trop. San José : Universidad de Costa Rica Vol. 40, No. 2(1992) ; pp. 245-246
- Garzón Ferreira, Jaime; Acero P., Arturo. Los peces Gobiidae de los arrecifes del Caribe colombiano. IV. El género *Lythrypnus*. En: Caldasia. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia Vol. 17, No. 1(1992) ; pp. 95-113
- Garzón Ferreira, Jaime; Acero P., Arturo. Peces de las Islas del Rosario y de San Bernardo (Colombia) III. Comparación con otras regiones del Atlántico oeste tropical. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 15/16(1986) ; pp. 67-77
- Garzón Ferreira, Jaime; Kielman, Margriet. Extensive mortality of corals in the colombian Caribbean during the last two decades. En: Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: health, hazards and history (50 : 1993 June 10-11 : Miami). Miami : University of Miami(1993) ; pp. 247-253
- Giraldo Avila, Fernando; Posada Abadía, Rodrigo Antonio. Aportes al conocimiento de la historia de vida *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) y *C. ensiferus* (Poey, 1860) en la Ciénaga de Tesca. Cartagena : El Autor, 1985. 39 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1985.
- Giraldo Gómez, María Cristina; Herrera Bermudez, Orlando. Contribución al conocimiento del zooplancton de la Ciénaga de la Virgen o de Tesca. Cartagena : El Autor, 1982. 89 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1982.
- Gómez Aguirre, Samuel. Observaciones planctológicas en la Bahía de Cartagena (10°20'N y 75°30'W), en febrero y marzo de 1974. En: Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica (1 : 25-29 de Noviembre de 1974 : Mexico, D.F.). Mexico : Secretaría de Marina(1975) ; pp. 172-182
- González Calderon, Didier. Las comunidades del bajo arrecifal profundo Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: IV. Evaluación estructural preliminar de las esponjas (Porifera). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 316-327
- González Calderón, Didier...[et al.] El acodado aéreo como técnica para repoblar mangle rojo. En: Boletín Ecotrópica. Santafé de Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 28(1995) ; pp. 1-15
- González Calderón, Didier; Buitrago, Claudia A.; Zamora, Alejandro. Productividad, descomposición y pastoreo de hojas de *Rhizophora mangle* (Linnaeus, 1773) en la laguna costera de Cocoliso, Isla Grande, Parque Nacional Natural Corales del Rosario. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 522-529
- González Calderón, Didier; Rivas Echeverri, Bernabé. Transplante de plántulas del medio natural y siembra de acodos de *Rhizophora mangle* L. 1773, en tres zonas del archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, Caribe colombiano. Bogotá : El Autor, 1993. 108 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1993.
- González Calderon, Didier; Rivas Echeverri, Bernabé; Polania V., Jaime. Factores que afectan la adaptación postsiembra de plántulas de *Rhizophora mangle* L. 1773 en las Islas del Rosario, Caribe colombiano. En: Boletín Ecotrópica. Santafé de Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 28(1995) ; pp. 16-32
- González Calderón, Didier; Zamora, Alejandro. Productividad, descomposición y pastoreo de hojas de *Rhizophora mangle* (Linnaeus, 1773) en la laguna costera de Cocoliso, Isla Grande, Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Resumen). En: Seminario

- Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 396
- González Porto, Blanca; Herrera Herrera, Elver. Características económico-sociales de los grupos microempresariales en Pueblo Viejo e Isla del Rosario. En: Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta : Informe Técnico Final. Magdalena Colombia : INPA : CIID : UNIMAGDALENA(1993) ; pp. 281-292
- Gualteros, William...[et al.] Clorofila y seston total en la laguna costera de Cololiso Isla Grande, parque Nacional Natural Corales del Rosario. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 512-521
- Gunnerson, Charles G., French, Jonathan A., (eds), 1996. Wastewater Management for Coastal Cities. The Ocean Disposal Option. With contributions by Qian Ming Lu et al, Springer Verlag, Berlin, 345 p.
- Hamilton, L. S. & S. C. Snedaker (eds.), 1984. Handbook for Mangrove Area Management. Environment and Policy Institute East-West Center, International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Honolulu, 123 p.
- Haskoning-Carinsa, 1995. Informe preliminar. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Octubre de 1995. Cartagena, 13 p. Anexos (Doc. 819)
- Haskoning-Carinsa, 1996. Información para proponentes para la construcción de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Agosto 1997. Cartagena, 45 pgs. Anexo (planos).
- Haskoning-Carinsa, 1996. Memoria técnica morfología de la Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Marzo de 1996. Cartagena, 32 pgs.
- Haskoning-Carinsa, 1996. Misión de evaluación de los planes para el saneamiento de Cartagena, Cartagena, Colombia. 19 Junio de 1993. Cartagena, pag.1-40, 64 -71.
- Haskoning-Carinsa, 1996. Suplemento, Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Bocana Estabilizada en la Ciénaga de la Virgen, Cartagena, Colombia. Septiembre de 1996. Cartagena, 56 p. Anexos + Figuras. (Doc. 819-4)
- Hawkins Pallares, Felipe Andrés. Contribución al estudio biológico y ecológico del Anomalocardia brasiliana (GMELIN) Chipi chipi y su pesquería en la Ciénaga de Tesca o de la Virgen en el área de Cartagena. Bogotá : El Autor, 1973. 77 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1973.
- Hawkins Pallares, Felipe Andrés; Prieto, Gerardo; Calderón Sáenz, Eduardo. Estudio dinámico de la Ciénaga de la Virgen y sus comunidades pesqueras 1a Etapa. Cartagena : Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano Seccional del Caribe. Facultad Ciencias del Mar, 1981. 32p. : il. ; 30 cm.
- Hazen & Sawyer, 1998. Estudio de Factibilidad. Informa final Octubre de 1998. : Resumen ejecutivo, Criterios de diseño (cp. 12), Evaluaciones oceanográficas (cap. 8) , Areas ambientales sensibles (cap.9), Plan de manejo ambiental (cap.12), Observaciones finales (cap. 13).
- Hazen and Sawyer, 1998. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino, Cartagena de Indias, Colombia. Segundo reporte de avance. Hollywood, FL., 309 p. + mapas y gráficas.
- Hazen and Sawyer, 1998. Estudio de factibilidad para el tratamiento de las aguas residuales de Cartagena y para la disposición final del efluente al mar adyacente a través de un emisario submarino. Informe de Progreso N° 1. Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos. Aguas de Cartagena, Banco Mundial., Hollywood, FL., 105 p.
- Hidrotec, 1981. Cartagena, Plan Maestro de drenajes pluviales (Col./73/004). Naciones Unidas Programa para el Desarrollo. Informe final. Octubre de 1981. Bogotá, 162 p.
- Huguett G., Alcides, 1988. Resumen de la hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del canal del Dique. Ed: Boletín Geológico. Bogotá, Vol. 29 N°1 pag: 86-172.
- IDEADE, 1995. Cartagena, Ambiente y Desarrollo. Lineamientos para el Ordenamiento Territorial. Santafé de Bogotá. Universidad Javeriana, OEA, Ministerio de Educación Nacional. (Solicitar a Dr. Luisa Niño Postgrado Universidad Jorge tadeo Lozano).
- IGAC, 197 . Carta, Plancha N° 30-I-B, Escala 1:25.000. Zona sur de la Bahía de Cartagena.
- IGAC, 1975. Estudio semidetallado de suelos de los municipios de Cartagena y Santa Catalina. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 260 pgs.
- IGAC, 1976. Carta, Plancha N° 23-I-D, Escala 1:25.000. Zona de Punta Canoas.
- IGAC, 1994. Carta, Plancha N° 23-III-B, Escala 1:25.000. La Boquilla, zona norte de la ciénaga de La Virgen.

- IGAC, 1994. Carta, Plancha N° 23-III-D, Escala 1:25.000. Cartagena y zona sur de la Ciénaga de La Virgen.
- IGAC, 1996. Mapa plano Ciudad de Cartagena, Escala 1:15.000. 2ª edición.
- Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, 1998. Plan de manejo y control ambiental de la zona portuaria y costera del área de jurisdicción de Cardique. Instituto de Hidráulica y Saneamiento, Universidad de Cartagena, CARDIQUE (Convenio 412-97).
- Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, 1998. Plan Maestro de Ordenamiento Físico para la Isla de Barú y la zona norte de Cartagena de Indias. Diagnóstico. Cartagena.
- Javelaud, Oliver, 1986. Sedimentología de la plataforma continental del Caribe colombiano. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 6 enero 1986. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:17-39.
- Jorge Duccy ("Soluciones Integrales" de Chile), Universidad de los Andes, BID, BM. Evaluación económica comparando entre el saneamiento de la Ciénaga de La Virgen y la Bahía de Cartagena.
- Juanicó Marcelo, F. E. 1998. Normas y criterios para la descarga de aguas negras en el medio ambiente. República Dominicana, septiembre de 1998. 29 p.
- Kaufmann, Reinhard. Beitrag zur subfossilen Molluskenfauna der Islas del Rosario, Kolumbien. *En*: Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. Santa Marta : INVE-MAR No. 5(1971) ; pp. 65-72
- Klingebliel, A. & G. Vernet, 1977. Estudio batimétrico y sedimentológico en la plataforma continental entre Cartagena y la desembocadura del río Magdalena (Colombia). Misión Técnica Francesa, Escuela Naval, Cartagena, Colombia e Institut de Geologie d'Aquitaine, Bordeaux, Francia. *En*: ?????, pag:55-70.
- Köster, Friedemann. Lista preliminar de especies de peces observadas en las Islas del Rosario. *En*: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVE-MAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 49-63
- Köster, Friedemann. Observaciones de la ictiofauna de las Islas del Rosario. *En*: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVE-MAR No. 11(1979) ; pp. 49-57
- Las comunidades del bajo arrecifal Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: I. Introducción. *En*: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 289-290
- Laverde Castillo, Juan José A.; Rojas García, Sergio Alberto. Poliquetos Annelida del área de la Bahía de Cartagena y zonas adyacentes. Bogotá : El Autor, 1983. 279 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1983.
- Leble, Serge; Guignon, Rene. El Archipiélago de las Islas del Rosario, estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. *En*: Bol. Cient. C.I.O.H. Cartagena : C.I.O.H. No. 7(1987) ; pp. 37-51
- Lemaitre Vélez, Rafael. Notas sobre una colección de Crustáceos Decapodos Brachyura de aguas someras en la costa del Caribe alrededor de Cartagena. Bogotá : El Autor, [1975]. 118 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, [1975].
- Lindahl, Ulf; Moksnes, Per. Metallothionein as a bioindicator of heavy metal stress in colombian fish and shrimp: a study of dose-dependent induction. Göteborg, Sweden : Swedish Centre for Coastal Development, 1993. 33 p. : il. ; 30 cm. (Fisheries Development Series ; 73 ISSN 0280-5375)
- Llano García, Martín. Los ostrácodos de la Bahía de Cartagena : descripción, distribución y relación con parámetros medioambientales. Bogotá : El Autor, 1978. 80 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1978.
- Llano García, Martín. Utilización de los ostrácodos bentónicos marinos como herramienta para el conocimiento hidrológico de las plataformas continentales y su aplicación en la prospección geológica. *En*: Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas : Sociedad de Ciencias Naturales La Salle Vol. 47, No. 127-128(1987) ; pp. 105-124
- Lonin, Serguei & Luis Giraldo, 1996. Circulación de las aguas en la ciénaga de la Virgen (Tesca) y formulación de un modelo de su calidad. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 17, diciembre de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:65-72.
- Lonin, Serguei & Luis Giraldo, 1996. Influencia de los efectos térmicos en la circulación de la Bahía interna de Cartagena. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 17, diciembre de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:47-56.
- Lonin, Serguei & Luis Giraldo, 1996. Resultados preliminares del estudio de la dinámica del sistema de caños y lagunas de Cartagena. *En*: Boletín Científico CIOH, N° 17, diciembre de 1996. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:57-63.
- Lonin, Serguei; Giraldo O., Luis. Circulación de las aguas y transporte de contaminantes en la bahía interna de Cartagena. *En*: Boletín Científico C.I.O.H.. Cartagena de Indias : C.I.O.H. No. 16(1995) ; pp. 25-56
- M.O.P.T. & Carinsa, 1994. Estudio preliminar y fase III, cruce Bazurto anillo sur de la Ciénaga de la Virgen. Infor-

- me final del estudio de fase III. Marzo de 1994. Volumen IX : Estudio de Impacto Ambiental. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Cartagenera de Ingenierías S. A.. Cartagena, 73 p. + figuras.
- Manjarrés G., Gustavo. Lista de los octocoralia encontrados en las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 31-31
- Manjarrés G., Gustavo. Observaciones preiminales de los moluscos en las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 39-43
- Manjarrés G., Gustavo. Observaciones sobre los Anthozoa (excepto madreporaria) en las Islas del Rosario. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979) ; pp. 23-24
- Manjarrés G., Gustavo. Observaciones sobre los moluscos e inventario de las especies en las Islas del Rosario. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979) ; pp. 35-38
- Marciales Castiblanco, Clara. Estudio de la contaminación por cadmio y zinc en la Bahía de Cartagena. Bogotá : El Autor, 1987. 153 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Magister Scientiae en Ambiental). -- Universidad Nacional. Facultad de Ingeniería, 1987.
- Márquez Calle, Germán E. Visión de las islas colombianas. En: Caribe Colombia / FONDO FEN COLOMBIA. Bogotá : Financiera Energética Nacional(1990) ; pp. 185-189
- Mejía Mantilla, Luz Stella; Solano P., Oscar David; Rodríguez Ramírez, Alberto. Ocho nuevos registros para la fauna fctica de las Islas del Rosario (mar Caribe colombiano). En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 23(1994) ; pp. 189-192
- Melendro G., Ernesto, 1992. Situación legal y legislación sobre protección de corales. En: Boletín ecotrópica 1992. Suplemento N°1. Santafé de Bogotá, pag: 55-58.
- Miranda Peña, M. Constanza; Parada Ruffinatti, Carmen. Distribución del foraminífero Ammonia beccarii (Linné) y su relación con algunos parámetros sedimentológicos en la Ciénaga de los Vásquez (Isla Barú, Colombia). En: An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 17(1987) ; pp. 49-60
- Moncaleano Archila, Arturo; Niño Martínez, Luisa Marina. Celenterados plancónicos de la Bahía de Cartagena : descripción, distribución y notas ecológicas. Bogotá : El Autor, 1976. 236 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1976.
- Monsalve Vanegas, Clara Beatriz; Restrepo Angel, Juan Darío. Aproximación a la fotointerpretación y cartografía de ecosistemas arrecifales. Isla Caribaru (Caribe colombiano). Bogotá : El Autor, 1989. 219 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1989.
- Mora Lara, Orlando. Análisis de la pesquería del caracol pala (Strombus gigas L.) en Colombia. En: Biología, pesquería y cultivo del caracol Strombus Gigas = queen conch biology, Fisheries and Mariculture. Caracas : Fundación Científica Los Roques(1994) ; pp. 137-144
- Moreno de Wood, D., A. Arrieta Pastrana, J. M. Pablo Horrillo, R. Blanco Cardozo, 1993. Respuestas del sistema ciénaga de La Virgen - Caños de Cartagena a los cambios en las secciones de comunicación con la bahía y el mar. Trabajo de ascenso. Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Instituto de hidráulica y saneamiento ambiental. Cartagena, 61 p.
- Moreno Forero, Silvia Carina; Hernández Torres, Liliana. Morfometría y composición por tallas de Lytechinus variegatus (Equinoidea) en una pradera de Thalassia (Isla Grande-Islas del Rosario). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992) ; pp. 619-627
- Moreno Segura, María Patricia; Torres Rivera, Diego Fernando. Nuevos registros fcticos para las Islas del Rosario, Caribe colombiano. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 19-20(1990) ; pp. 209-211
- Muñoz B., Omaira; Obregón P., Claudia. Estructura y proceso de colonización de la comunidad de peces en un arrecife artificial en Isla Naval, Islas del Rosario (Caribe colombiano). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 262-262
- Navas Suárez, Gabriel Rodolfo...[et al.] Ensamblajes arrecifales epilfticos del coral Acropora palmata muerto, Isla Grande, Islas del Rosario, Caribe colombiano (En Prensa). En: Caribbean Journal of Science. Mayagüez : Universidad de Puerto Rico Vol. ???, No. ???(1998) ; pp. ????
- Navas Suárez, Gabriel Rodolfo; Moreno Forero, Silvia Carina Caracterización estructural de la comunidad bentónica asociada a Acropora palmata (Lamarck, 1816) muerto, Isla Grande, Islas del Rosario, Caribe colombiano. SantaFé de Bogotá : Los Autores, 1993. 181 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1993.
- Navas Suárez, Gabriel Rodolfo; Solano P., Oscar David; Torres Rivera, Diego

- Fernando. Las comunidades del bajo arrecifal Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: II. Caracterización estructural de la comunidad coralina (Scleractinia). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 291-303
- Nowack, Patrick. Sedimentología y micropaleontología (Ostracodos) de algunas muestras de las islas del Rosario (Sur de Cartagena) (Resumen). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar (5 : Noviembre 24-27 de 1986 : Buenaventura). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1986) ; pp. 262-262
- Ochoa Bravo, B., E. Vanegas Ortiz, R. Andrade Castillo, 1995. Descargas submarinas de aguas negras. Trabajo presentado para ascenso en el escalafón docente. Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Cartagena, 37 p.
- Ortiz M., Vladimir; Sánchez Muñoz, Juan Armando. Las comunidades del bajo arrecifal profundo Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: VI. Estructura de la comunidad de corales negros (Antipatharia, Antipathidae). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 341-349
- Pagliardini, J. L., M. Gómez, H. Gutiérrez, S. Zapata, A. Jurado, J. Garay, G. Varnette, 1982. Síntesis del proyecto Bahía de Cartagena. En: Boletín Científico CIOH, N° 4, junio 1982. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:49-108.
- Palacios, Daniel; Díaz Pulido, Guillermo; Rodríguez, Patricia. Producción primaria de *Thalassia testudinum* y relación de su biomasa con el peso de epifitos, Isla Grande (Parque Nacional Natural Corales del Rosario), Caribe colombiano. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992) ; pp. 607-618
- Palacios, Mario Alberto (CF), 1998. Anexo VI MARPOL 73/78: Normas para prevenir la contaminación atmosférica por buques. Capitan de Fragata, División de Litorales e Investigaciones Marinas, DIMAR. En: Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 9-13.
- Panizzo D., Lorenzo; Mora, Consuelo; Sosa, Mauricio. Bioacumulación de metales Cu y Zn en *Caulerpa sertularoides* de la Bahía de Cartagena. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992) ; pp. 1139-1153
- Parada Ruffinatti, Carmen; Gayet, Jacques; Legigan, Philippe. Textura superficial del cuarzo en sedimentos subrecientes de la Ciénaga de Portonaito, Isla Barú. En: Geología Colombiana. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia No. 16(1987) ; pp. 45-51
- Parada Ruffinatti, Carmen; Londoño de Hoyos, Concha. Foraminíferos bentónicos recientes del norte de Cartagena Colombia. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 1983. 159 p. : il. ; 22 cm. (Biblioteca José Jeronimo Triana ; 6)
- Parada Ruffinatti, Carmen; Pinto Nolla, Juan. Foraminíferos bentónicos recientes de la plataforma continental interna de isla Barú. Bogotá : FEN Colombia, 1986. 212 p. : il. ; 25 cm.
- Parsons Engineering Science, 1995. Water Management and Coastal Pollution Control Project. Contract for consultants' services between International Bank for Reconstruction and Development and Parsons Engineering Science, Inc. Arpil 11 de 1995. 10 p. + Anexos.
- Parsons Engineering Science, 1996. Normas de calidad ambiental. Borrador de Informe final. Ministerio de la Presidencia, Proyecto Manejo de aguas residuales en Lima Metropolitana. Enero de 1996. Pasadena, 39 p. + Anexos.
- Penereiro, Jorge Luis...[et al.] Cartografía ecológica de los fondos submarinos adyacentes al conjunto de Islas Latifundio - Minifundio, Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Caribe colombiano. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 184-194
- Pérez G., M. E., A. Gómez G., C. H. Victoria R., 1977. La comunidad de las raíces sumergidas del mangle rojo como indicadora de contaminación en algunas zonas de la Bahía de Cartagena. Publicación del Comité de Protección Ambiental de Cartagena "CO-PAC". Cartagena, 50 p.
- Pérez G., María E.; Victoria R., Carlos H. La taxocenosis anelida-mollusca-crustácea de las raíces sumergidas del mangle rojo en dos áreas costeras del Caribe colombiano. En: Informe Museo del Mar. Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 21(1978) ; pp. 1-30
- Petrogasbol (Petrobras gasoducto Bolivia Brasil, S.A), septiembre 1997. Plan de Manejo Ambiental, Manual de Gerencia, volumen 2. (Extraído del PMA de Dames & Moore). Proyecto gasoducto Bolivia Brasil, sector boliviano.
- Pfaff, Reynaldo Factores favorables y desfavorables que intervienen en el crecimiento de la scleractinia de las Islas del Rosario. En: Preseminario Nacional de Ciencias y Tecnología orientado hacia las Ciencias del Mar (Resu-

- men de las ponencias) Cartagena, Agosto 27-29 de 1969. Bogotá : COLCIENCIAS, 1970 ; pp. 26-28
- Pfaff, Reynaldo. Las Scleractinia y Milleporina de las Islas del Rosario. En: Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient. Santa Marta : INVE-MAR No. 3(1969) ; pp. 17-24
- Pujos, M., J-L. Pagliardini, R. Steer, G. Vermette, O. Weber, 1986. Influencia de la contracorriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. En: Boletín Científico CIOH, N° 6 enero 1986. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:3-15.
- Quintero Serpa, Ricardo. Inventario de los moluscos bentónicos y nectónicos (Piso Infralitoral) de la Bahía de Cartagena con algunas notas ecológicas. Cartagena : El Autor, 1982. 240 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1982.
- Quintero, Herbert Enrique; Vanin, Carlos Ignacio; Avila, Luis Eduardo. Evaluación de la estructura y productividad del manglar presente en la Ciénaga de Cocoliso -Isla Grande-Parque Nacional Natural Corales del Rosario. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 45-52
- Ramírez González, Alberto. Ecología descriptiva de las llanuras madreporarias del Parque Nacional Submarino los Corales del Rosario (Mar Caribe). Colombia. En: Programas de Posgrado de la Universidad Nacional en Ciencias del Mar (Ponencia). Bogotá : Universidad Nacional(1984) ; pp. 105-167
- Ramírez Gonzalez, Alberto, 1986. Ecología descriptiva de las llanuras madreporarias del parque nacional submarino Los Corales del Rosario (Mar Caribe) Colombia. En: Boletín Ecológico, N° 14, 1986. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, pag:34-63
- Ramírez González, Alberto; Ramírez, Isabel B.; Correal F., Jesús E. Ecología descriptiva de las llanuras madreporarias del Parque Nacional Submarino Los Corales del Rosario (Mar Caribe), Colombia. Bogotá : Fondo FEN, 1985. 71 p. : il. ; 22 cm. CON: Un estudio de simulación Monte Carlo en cuantificación de corales por el método de cobertura / Alberto Ramírez G., Isabel B. de Ramírez y Jesús E. Correal F. -- ISBN: 958-9129-03-X
- Ramírez Triana, Gustavo H. El Caribe colombiano problemática ambiental. Bogotá : El Autor, 1985. 86 h. : il. ; 30 cm. Monografía académica presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, dentro del Curso de Post-grado en Ingeniería Ambiental (Bogotá 1985).
- Rentería de Monsalve, Bertha C. Dinámica zooplanctónica e hidrografía de la Bahía de Cartagena. En: Divulgación Pesquera. Bogotá : INDERENA Vol. 10, No. 4-5(1977) ; pp. 1-28
- Reyes de Carvajal, Lucy. Contribución al estudio de los ostracodos de lagunas costeras: Ciénaga de los Vásquez, Isla Barú, Caribe colombiano. En: Acta Biológica Colombiana. Santafé de Bogotá : Universidad Nacional de Colombia Vol. 3, No. 1(1996) ; pp. 1-16
- Roberts, Philip J.W., 1998. Dispersion from ocean outfalls. En: WQI, May/June 1988, (p. 43-48).
- Rodríguez C., Orlando. Efectos de la contaminación sobre el crecimiento de las poblaciones de *Isognomon alatus* (GMELIN, 1791) en la Bahía de Cartagena. Bogotá : El Autor, 1977. 91 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. facultad de Ciencias del Mar, 1977.
- Rodríguez C., Victoria Eugenia. Contribución al conocimiento biológico de las mojarra (Pisces : Gerreidae) de la Ciénaga de la Virgen. Bogotá : El Autor, 1982. 52 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, 1982.
- Rodríguez Gómez, Horacio. Poliquetos de aguas someras colectados en las Islas del Rosario. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVE-MAR No. 11(1979) ; pp. 27-29
- Rodríguez Ramírez, Alberto; Montealegre Agudelo, Diana; Solano P., Oscar David. Ictiofauna bentónica asociada a praderas de *Thalassia testudinum* Banks ex König 1805 en Isla Grande e Isla del Rosario, estación seca (Caribe colombiano)(Resumen). En: Simposio Colombiano de Ictiología (4 : Agosto 7-10 de 1997 : Santa Marta). Santa Marta : ACICTIOS : INVEMAR : Universidad del Magdalena : INPA(1997) ; pp. 71
- Rolon de Burgos, María E. Estudio de la Ciénaga de la Virgen y sus comunidades pesqueras (Norte de Cartagena - Colombia). En: Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine. Talence, France : Université de Bordeaux No. 45(1989) ; pp. 125-129
- Rueda, Mabel Yolanda. Transformación de los ecosistemas de manglar en la isla de Barú, (Cartagena de Indias, Bolívar) (Informe Técnico No. 18). En: Proyecto PD 171/91 rev2(F) Fase 1. conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia / MINAMBIENTE y OIMT. SantaFé de Bogotá : MINAMBIENTE y OIMT(1997) ; pp. 1-37
- Salazar Montero, Francisco J. Las especies del sub-orden Balanomorpha (Thoracica-Cirripedia Crustacea) de la Bahía de Cartagena. Cartagena : El Autor, 1982. 99 h. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Cien-

- cias del Mar, 1982.
- Sánchez Moreno, Hernando A. Lista preliminar de los cangrejos ermitaños (Crustacea; Anomura: Paguridea) de las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 37-37
- Sánchez Muñoz, Juan Armando. Las comunidades del bajo arrecifal Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: V. Estructura de la comunidad de gorgonáceos (Cnidaria: octocorallia). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 328-340
- Sánchez Muñoz, Juan Armando. Presencia de los octocorales *Stylatula diadema* Bayer (Pennatulacea) y *Carijoa riisei* (Duchassaing y Michelotti)(Telestacea) en la costa Caribe colombiana. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 23(1994) ; pp. 137-147
- Sánchez Muñoz, Juan Armando; Ramírez, Alvaro; Quintero Serpa, Ricardo. Estudio de reconocimiento de la morfología y las comunidades benthicas de los arrecifes de Isla Tesoro, Parque Nacional Natural Corales del Rosario (PNNCR) Caribe colombiano. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992); pp. 263-276
- Sánchez Páez, Heliodoro, 19 . Los Manglares de Colombia. Unidad Investigativa Federico Medem (UNIFEM), Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del medio Ambiente (INDERENA), Bogotá. En: Segundo taller de Manejo del ecosistema de Manglar. ??? pag: 21-33.
- Sánchez R., Levy, 1979?. Estudio de corrientes en la Bahía de Cartagena mediante la aplicación de radioisótopos. IV - SENHI - 4.041. Instituto de asuntos nucleares, Organismo Internacional de Energía Atómica. Bogotá, 10 p.
- Sánchez, Oscar Fernando. El Parque Nacional Natural Corales del Rosario (P.N.N.C.R.) = Le Parc National Naturel "Corales del Rosario" (P.N.N.C.R.), Fernando Sánchez. En: Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine. Talence, France : Université de Bordeaux No. 45(1989) ; pp. 205-213
- Sánchez-Páez, H. & R. Alvarez-León (eds), 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Organización Internacional de Maderas Tropicales. Santafé de Bogotá, 511 p.
- Sarmiento, D.E.; Flechas Y., F.A.; Alvis, G.A. Evaluación cuantitativa del estado actual de las especies coralinas del Parque Nacional Natural Corales del Rosario, Cartagena (Colombia). En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá. Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 303-315
- Segrera García, Rene J. (T.O.) & Jovanis Gamero H. (T.O.), 1998. Emisario submarino: una solución a la contaminación. Capitanía de Puerto de Santa Marta, DIMAR. En: Boletín Informativo de la Dirección Marítima y Portuaria, DIMAR. Junio de 1998. Bogotá, pag: 59-62.
- Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 275-283
- Snedaker, S. C., CH. D. Getter, 1985. Coastal Resources Management Guidelines. Research Planning Institute, Inc. for National Park Service, U. S. Department of the Interior. Washington, D. C., 205 p.
- Solano P., Oscar David...[et al.] Peces coralinos territoriales de Isla Pavitos Parque Nacional Natural Corales del Rosario - Cartagena, Colombia. En: Seminario Nacional de las Ciencias y Tecnologías del Mar (7 : Octubre 30 - Noviembre 2 de 1990 : Cali). Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía(1990) ; pp. 291-302
- Solano P., Oscar David; Guzmán Alvis, Angela Inés; Navas Suarez, Gabriel Rodolfo; Camargo, Teodiceldo. Caracterización rápida de comunidades fcticas y coralinas, Isla Barú, Caribe colombiano.. En: Boletín Ecotrópica. Santafé de Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano No. 29. (1995) ; pp. 21-40
- Solano P., Oscar David; Navas Suarez, Gabriel Rodolfo; Moreno Forero, Silvia Carina. Blanqueamiento coralino de 1990 en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Caribe, colombiano). En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Santa Marta : INVEMAR No. 22(1993) ; pp. 97-111
- Solano P., Oscar David; Navas Suárez, Gabriel Rodolfo; Moreno Forero, Silvia Carina. Monitoreo de crecimiento de *Montrastea annularis* en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Caribe colombiano) (Resumen). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 261-261
- Solano P., Oscar David; Navas Suárez, Gabriel Rodolfo; Moreno Forero, Silvia Carina. Blanqueamiento coralino de 1990 en el Parque Nacional Natural corales del Rosario (Resumen). En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 260-260

- The World Bank, 1995. International Agreements on Environment and Natural Resources: Relevance and Application in Environmental Assessment. In: Environmental Assessment Sourcebook UPDATE, August 1995 Number 10. Washington, D. C., 8 p.
- The World Bank, 1997. Bank Procedures. Environmental Assessment. The World Bank Operational Manual DRAFT BP 4.01, Novembre 1997. Washington, D. C., 5 p. Anexos (Environmental Data Sheet for Projects in the IBRD/IDA Lending Program, Application of EA to Dam and Reservoir Projects, Application of EA to Projects Involving Pest Management).
- The World Bank, 1997. Good Practices. Environmental Assessment. The World Bank Operational Manual DRAFT BP 4.01, Novembre 1997. Washington, D. C., 3 p. Anexos (Checklist of Potential Issues for an EA, Types of Projects and Their Typical Classifications).
- The World Bank, 1997. Operational Policies. Environmental Assessment. The World Bank Operational Manual DRAFT OP 4.01, Novembre 1997. Washington, D. C., 6 p. Anexos (Definitions, Content of an Environmental Assessment Report for a Category A Project, Environmental Management Plan).
- Therán T., Anibal, 1998. Minambiente da vía libre al Eje II. Periódico El Universal, Lunes 13 de julio de 1998. Cartagena, pag: 9A.
- Toro Botero, Francisco Mauricio. Simulación hidrodinámica y de transporte por difusión (salinidad) para Ciénaga Grande de Santa Marta y Bahía de Cartagena : informe final. Medellín : Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín, 1990. 150 p. : il. ; 30 cm. Proyecto No. 1118-05-004-87.
- Toro Suarez, María Cristina; Villa Navarro, Francisco Antonio. Algunos aspectos de la historia de vida de *Ariopsis bonillai* (Miles) (Pisces: Ariidae) en la Ciénaga de Tesca. Cartagena : El Autor, 1983. 54 p. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). -- Universidad Jorge Tadeo Lozano Seccional Caribe. Facultad de biología Marina, 1983.
- Torres Rivera, Diego Fernando...[et al.]. Las comunidades del bajo arrecifal profundo Imelda, Isla Barú, Caribe colombiano: VII. Evaluación preliminar de la ictiofauna. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 1, (1992) ; pp. 350-361
- Troyano, Fernando, 1998. Planificación del sistema de evaluación de aguas residuales de Cartagena de Indias. Informe particular sobre la problemática de la Ciénaga de la Virgen. Panel de Expertos 23-26/2/98 Banco Mundial. Cartagena, 11 p.
- Urbano Rosas, Jorge, 1992. Estado actual de la Bahía de cartagena v/s contaminación. En: Boletín Científico CIOH, Nº 10, mayo de 1992. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:3-12.
- Urbano, J., Y. François T. , C. Parra, P. Yves Genet, 1992. Dinámica de la pluma de turbidez del canal del Dique en la Bahía de Cartagena. Colombia. En: Boletín Científico CIOH, Nº 11, julio de 1992. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, pag:3-14.
- Urbano, Jorge ...[et al.] Dinámica de la pluma de turbidez del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena - Colombia. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe en Ciencias del Mar (8 : Octubre 26-30 de 1992 : Santa Marta). Santafé de Bogotá : Comisión Colombiana de Oceanografía Vol. 2, (1992) ; pp. 1043-1055
- Vélez F., Margarita María. Reporte sobre algunas especies de majidae (Crustacea: Brachyura) para la costa Atlántica colombiana. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 10(1978) ; pp. 69-80
- Vernette, Georges. Geología marina. En: Seminario Nacional de Ciencias del Mar (3 : Agosto 28 a 31 de 1977 : Villa de Leyva) COLCIENCIAS. Bogotá : COLCIENCIAS(1978) ; pp. 225-225
- Vernette, Georges...[et al.] Variaciones morfológicas de las costas de la Bahía de Cartagena a partir del Siglo XVI. En: Bol. Cient. C.I.O.H. Cartagena : C.I.O.H. Vol. 1, No. 1(1977) ; pp. 21-39
- Vidal Velásquez, Luis Alfonso; Carbonell O., María Consuelo. Diatomeas y dinoflagelados en la Bahía de Cartagena. Bogotá : El Autor, 1977. 3 V. : il. ; 30 cm. Tesis (Biólogo Marino). - Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar, 1977.
- Wedler, Eberhard. Lista de las actínias e hydroidea encontradas en las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 30-30
- Werding, Bernd. Lista de los porcelanidos de las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 36-36
- Werding, Bernd. Porcellanid Crabs of the Islas del Rosario, Craibbean Coast of Colombia, with a Description of *Petrolisthes Rosariensis* New Species (Crustacea: Anomura). En: Bulletin of Marine Science. Miami : Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami Vol. 32, No. 2(1982) ; pp. 439-447
- Werding, Bernd. Situación sistemática de algunos corales de las Islas del Rosario y nuevos reportes. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979) ; pp. 25-26

Werding, Bernd. Situación sistemática de algunos corales de las Islas del Rosario y reportes de especies adicionales. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 28-29

Werding, Bernd; Palacio Baena, Jaime Alberto. Lista preliminar de las espe-

cies de Stomatopoda y Brachyura encontradas en las Islas del Rosario. En: Informe preliminar sobre la situación general en las Islas del Rosario. Santa Marta : INVEMAR-COLCIENCIAS(1977) ; pp. 38-38

Werding, Bernd; Sánchez Moreno, Hernando A. Informe preliminar sobre la situación ecológica general en las Islas del Rosario. Santa Marta :

INVEMAR-COLCIENCIAS, 1977. 65 p. : il. ; 30 cm.

Werding, Bernd; Sánchez Moreno, Hernando A. Situación general y estructuras arrecifales. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. Santa Marta : INVEMAR No. 11(1979) ; pp. 7-20

World Bank, 1997. International Agreements, Climate Change, Ozone Depletion, Biological Diversity, Forests,

Desertification/Drylands, Endangered Species Wetlands, International Watercourses, Seas and Oceans, Hazardous Wastes. Tifth Annual World Bank Conference on environmentally and socially sustainable development. 40 p.