

IPS

INFORME FINAL

*Evaluación Económica del Daño Ambiental
ocasionado por la contaminación de los Sectores
Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre
De Dios y Santa Marta, ocurrido en enero del 2003*

*Preparado para el Tribunal Ambiental
Administrativo por el Comité de Peritos
(nombrado en Resolución No. 1240-03-TAA)*

*con el apoyo técnico del Instituto de Políticas
para la Sostenibilidad (IPS)*



Abril 2004



Evaluación Económica del Daño Ambiental ocasionado por la contaminación de los Sectores Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre De Dios y Santa Marta, ocurrido en enero del 2003

Correspondiente al expediente No. 11-03 TAA

INFORME FINAL

Preparado para el Tribunal Ambiental Administrativo
por el Comité de Peritos (nombrado en Resolución No. 1240-03-TAA)
con el apoyo técnico del Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS)

<hr/> <p>Allison Villalobos Solís coordinadora de la comisión Cédula 1-832-471</p>	
<hr/> <p>— Gerardo Barrantes Moreno miembro de la comisión Cédula 5-221-301</p>	<hr/> <p>— Alexandra Sáenz Faerron miembro de la comisión Cédula 5-0192-0177</p>
<hr/> <p>— Edwin Vega Araya investigador del IPS Cédula 4-148-851</p>	<hr/> <p>— María Isabel Di Mare Hering investigadora del IPS Cédula 1-579-110</p>

abril, 2004

Índice de Contenidos

Preparado para el Tribunal Ambiental Administrativo por el Comité de Peritos (nombrado en Resolución No. 1240-03-TAA)	i
1. Introducción.....	iv
2. Descripción del problema.....	vi
3. Objetivos del estudio.....	vii
3.1. Objetivo general	vii
3.2. Objetivos específicos.....	vii
4. Área de estudio.....	viii
4.1. Delimitación del área afectada.....	viii
4.2. Caracterización del área afectada.....	x
5. Marco metodológico y conceptual - Evaluación Económica del Daño Ambiental ..	19
Forma general de trabajo.....	19
Metodología para la Evaluación Económica.....	20
5.1 Ambiente y Daño Ambiental – aspectos conceptuales.....	20
5.2. Componentes de la evaluación del daño ambiental.....	22
5.3. Estado de conservación de los recursos naturales.....	22
5.4. Evaluación económica del daño ambiental.....	24
5.4.1. Evaluación económica del daño ambiental – aspectos biofísicos.....	24
5.4.2. Evaluación económica del daño ambiental – aspecto social.....	25
5.4.3. Valoración económica del daño ambiental – costos totales.....	27
6. Resultados y discusión.....	28
6.1. Evaluación del estado de conservación del sitio de estudio.....	28
6.2. Índice de afectación de la zona de estudio.....	29
6.3. Evaluación del estado de conservación después de la afectación (ECd).....	30
6.4. Evaluación económica del daño ambiental ocasionado al sitio de estudio.....	31
6.4.1. Costo de restauración.....	32
6.4.2. Costo social	39
6.4.3. Costo total del ecosistema por el daño ambiental.....	42
6.4.4. Costo de la Evaluación del Daño	43
7. Conclusiones.....	44
8. Recomendaciones.....	45
Literatura Citada.....	46
ANEXOS	47

1. Introducción

La riqueza natural de Costa Rica nos ha colocado en una situación privilegiada en el mundo. El hecho de sólo representar un área terrestre del 0.03% en el mundo, pero poseer alrededor del 4% de la biodiversidad (MINAE 2000) indica que la conservación de nuestros recursos es un elemento clave para la conservación de los procesos fundamentales a nivel global. Además, la preocupación de que los procesos fundamentales de los cuales obtenemos los *servicios ambientales*¹ indispensables se mantengan, ha hecho que recaiga aún más interés en lograr la conservación adecuada de todos estos procesos, tanto nacional como internacionalmente.

A pesar de todo esto, en nuestro país la conservación de los recursos naturales no es un renglón prioritario en muchos de los ámbitos sociales. Más aún, dentro de nuestro esquema de desarrollo, todavía se realizan, y en algunos casos incluso se permiten, gran cantidad de actividades que producen daños ambientales a nuestros recursos. Uno de los problemas graves existentes es el no lograr diagnosticar adecuadamente cuáles actividades pueden producir daños, qué tipo de daños se ocasionan, a cuáles recursos y procesos afectan y, finalmente, ofrecer una estimación del costo de restauración del proceso o recurso natural afectado. Esta falta de información conduce a problemas, incluso, en situaciones en que ya se reconoce el daño, pues existe la dificultad de lograr una adecuada evaluación del daño ocasionado, con lo cual no se logra sentar adecuadamente las responsabilidades ni indicar con cuáles costos debe correr el responsable.

En el presente caso, se analiza el daño ambiental debido a una contaminación ocurrida en los Sectores Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre De Dios y Santa Marta (Moín, Limón), en enero del 2003, situación que fue cubierta por diversos medios de comunicación (Anexo 1) y que, de acuerdo a testimonios ante el Tribunal Ambiental Administrativo, se observó una alta mortalidad de peces y otros organismos acuáticos (expediente del caso No. 11-03 TAA).

Para el estudio, recopilación de información y valoración del daño, el Tribunal Ambiental Administrativo mediante Resolución No. 1240-03-TAA, nombró la “Comisión de peritos para la Valoración del Daño Ambiental de los Sectores Canal Battan, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta” (Ver Anexo 2) integrada por Allison Villalobos Solís, funcionaria de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, Gerardo Barrantes Moreno, representante del Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), y Alexandra Sáenz Faerron, funcionaria del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Anexo 3). Para poder realizar el trabajo encomendado, la comisión acudió a un Grupo de Apoyo de trabajo, el cual estuvo conformado por investigadores de IPS, científicos de la Universidad Nacional y otros (Anexo 4). Este grupo se formó tanto mediante invitación por carta (Anexo 5), como por consultas directas, telefónicas o electrónicas según fue necesario en su momento.

Se establecieron reuniones periódicas de discusión (Anexo 6) y análisis donde se presentaban los avances en el estudio y los requerimientos de información para realizar la evaluación, así como se determinaban los responsables de aportar los elementos específicos identificados en cada reunión. Inicialmente se incluyó una gira de campo de reconocimiento. Posteriormente, se realizaron 2 giras adicionales para toma de muestras como datos de apoyo para la comisión.

La participación de todos los actores, tanto de la comisión como del Grupo de Apoyo o los participantes del Taller fue voluntaria. La participación de los actores privados (pescadores, comerciantes, profesionales de IPS y CCT, etc.) fue *ad honorem* y la de los funcionarios públicos

¹¹ Los *servicios ambientales* son los flujos que el capital natural brinda para el bienestar de la sociedad.

(por ejemplo, SETENA, FONAFIFO y Universidad Nacional) fue como recargo a sus funciones ordinarias, laborando dentro y fuera del horario de cada institución. La comisión inició labores a finales de noviembre contando con cuatro meses para la realización de todo el proceso de Evaluación. Posteriormente, mediante la Resolución 166-04-TAA el plazo de entrega del documento se amplió hasta el 16 de abril del 2004 (Anexo 2).

Para llegar a los resultados esperados se aplicó la metodología de evaluación de daño ambiental desarrollada por Barrantes y Di Mare (2002), donde se establecen las principales variables a evaluar. Para la aplicación de la metodología se utilizó la información existente en literatura y estudios sobre la zona, conversación con expertos y la información generada mediante la realización de un Taller de Consulta con expertos (profesionales y habitantes locales) con amplio conocimiento sobre la zona afectada (Anexo 7). Dado que la Comisión de Peritos no contaba con ningún contenido económico asignado para trabajar, se realizó una búsqueda de fondos para poder financiar la realización de este Taller de Consulta.

Para la zona afectada, a pesar de su importancia económica y biológica, existe muy poca información técnica previa disponible. Por ello, se determinó la necesidad de obtención de información directa primaria que permitiera dar mayor sustento a los datos obtenidos indirectamente (por consulta a expertos), tomando en cuenta que ya había transcurrido aproximadamente un año desde la ocurrencia del evento, por lo que muchos de los análisis utilizados normalmente para detectar efectos de este tipo de eventos, ya no eran aplicables. Sin embargo, mediante discusión con profesionales de la Universidad Nacional, se determinó que había 3 tipos de muestreo que podrían ser aún sensibles y mostrar algún efecto: calidad de agua, sedimentos y la ictiofauna (comunidad de peces). Adicionalmente, la realización de estas pruebas serviría para brindar una línea de base sobre las características del sitio, que serviría en un posible caso adicional, dado que según los testimonios, esta zona está constantemente expuesta a contaminaciones. En el caso de la ictiofauna, se puso mucho esfuerzo en lograr un muestreo de peces, para comparar los resultados de este muestreo con la información obtenida del Taller de Consulta, y así disminuir en lo posible el sesgo que podría mostrar las personas que fueron directamente afectadas por dicho evento. Nuevamente, para poder realizar estos muestreos y sus respectivos análisis, se realizó una búsqueda de fondos.

De la búsqueda de fondos realizada, se obtuvo las siguientes donaciones en efectivo:

Organización	Monto		Asignación
	Dolares	Equivalente en colones	
UICN	\$350	C 210,000	Taller de Consulta
Justicia para la Naturaleza	\$536	C 227,700	Taller de Consulta y muestreo
COBODES	\$806		Análisis de muestras (\$456) Informe final, original y copias (\$ 350)
Total:	\$1692		

Adicionalmente, se obtuvo donaciones en especie en cuanto a los honorarios de las diferentes personas que participaron en el desarrollo del estudio (profesionales, boteros, habitantes locales, etc.) así como en el uso del equipo que fue facilitado (por ejemplo, lanchas, GPSs, equipo de captura de peces, equipo de muestreo de agua y sedimentos, etc.). Ninguna organización cubrió monto alguno para los honorarios de los colaboradores en el desarrollo de este estudio; todas las donaciones fueron para cubrir asuntos logísticos o análisis de laboratorio.

Se agradece a todas las personas y organizaciones que apoyaron la realización de este estudio.

2. Descripción del problema²

El Tribunal Ambiental Administrativo (TAA) lleva el presente caso bajo el expediente 11-03-TAA. Del análisis de este expediente (que contiene, entre otra información, notas del Ministerio de Salud, Cuerpo de Bomberos y testimonios de los vecinos), se resume la siguiente versión de lo sucedido:

- El día domingo 12 de enero 2003 se presenta un derrame del producto Bravo 72 (agente activo Clorotalonil) en el campo de aterrizaje que se encuentra dentro de las instalaciones de la Standard Fruit Company ubicado en Batán (ver reseña informativa sobre este producto químico en el Anexo 8).
- Parte del derrame alcanzó el sistema de drenajes de la zona
- El cuerpo de Bomberos comprobó que uno de los canales paralelo a la carretera, presentaba un líquido blanco contaminante, (reacción conocida del Bravo 72 al contacto con el agua)
- Testigos vieron el agua color lechoso desde el domingo a las 3 pm hasta el día martes 14 de enero 2003
- El Ministerio de Salud recibió información de la Naval el miércoles 15, sobre la denuncia por peces muertos en la Boca del Pacuare
- El domingo 12 de enero se observaron camarones muertos en el Puente Santa Marta y peces saltando del agua
- El lunes 13 de enero se observaron peces muertos en la Laguna Madre de Dios y el martes 14 de enero habían muchas anguilas y muchos peces muertos
- El Jefe de la Naval comprobó el día miércoles 15 la presencia de peces muertos, pero en un estado “*No adecuado para muestrear*”

La zona de mayor impacto en lo referente a muerte de organismos, de acuerdo a los testimonios, fue el Canal Batán, las Lagunas Madre de Dios y Santa Marta y la Barra del Pacuare.

La gravedad del daño, tanto ecológica como económicamente, se comprende por el hecho de que la zona posee un complejo sistema de cuerpos de agua interconectados, con capacidad de albergar gran cantidad de fauna, tanto local como en interacción con el océano, y de vital importancia para las familias cuyo sustento se basa en la extracción de peces, camarones y actividades turísticas de esta zona, base importante de la economía local. La zona ha sido de gran importancia para la pesca deportiva, la cual ha ido disminuyendo drásticamente, pues los visitantes han ido perdiendo interés por las bajas capturas.

A pesar de que este ecosistema sufre de envenenamientos periódicos desde hace muchos años, en los testimonios se señala que el daño nunca alcanzó dimensiones tan severas como las ocurridas en enero del 2003.

Los canales Principal de Batán y del Estero y la desembocadura del río Pacuare recolectan y drenan las aguas en la Cuenca del Pacuare.

² Los documentos utilizados en la elaboración del presente informe se guardan en custodia en el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Heredia, Costa Rica

3. Objetivos del estudio

3.1. Objetivo general

Realizar una evaluación económica del daño ambiental ocasionado por una contaminación en los Sectores Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta, en enero de 2003.

3.2. Objetivos específicos

1. Recopilar la información pertinente sobre factores biofísicos y ecológicos para la evaluación del daño ocasionado por la contaminación del canal Principal de Batán, continuando el cauce del mismo hasta llegar a su desembocadura en el Mar Caribe.
2. Evaluar el costo de restauración en Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta hasta el nivel de conservación que se encontraba antes de enero de 2003.
3. Evaluar el costo social debido a la pérdida de beneficios sociales, asociada a la contaminación de los canales, Lagunas y Barra del Pacuare

4. Área de estudio

4.1. Delimitación del área afectada

Políticamente la zona afectada se localiza en los distritos Moín y Matina del Cantón Matina, Provincia Limón. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 10°05' a 10°13' Latitud Norte y 83°15' a 83°25' longitud Oeste hojas topográficas Parismina (3546 IV) y Matina (3546 III), del IGN escala 1:50.000.

De acuerdo a la zonificación del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) la zona de estudio pertenece al Área de Conservación La Amistad Caribe y contiene parte de la Reserva Forestal Pacuare – Matina, identificada con el símbolo R05 que se muestra en la Figura 1:

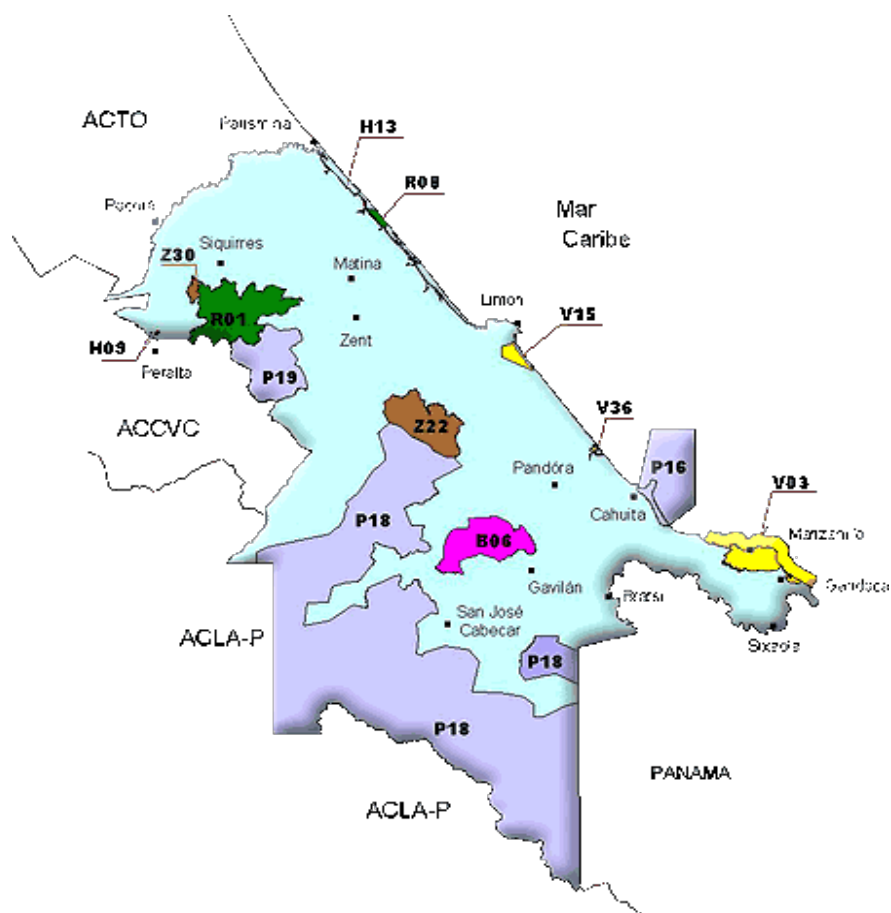


Figura 1: Mapa del Área de Conservación La Amistad Caribe (tomado de la página www.sinac.go.cr/asp/acla-c/index.html)

De acuerdo a los testimonios presentados en el expediente que lleva el Tribunal Ambiental Administrativo, se definió la siguiente ruta del daño, para determinar el alcance del impacto (Figura 2).

4.2. Caracterización del área afectada

En formato digital se encuentra una colección grande de fotos. En ellas hay fotos de antes del daño, en el momento del evento, y fotos tomadas guante la elaboración el trabajo para la elaboración de este informe, las cuales se facilitarán en formato digital.

4.2.1. Situación demográfica de Matina

La provincia de Limón presenta una extensión de 9,188.52 km² lo cual implica un 18% del territorio nacional. Cuenta con una población de 339,295 personas distribuidas en los seis cantones que la componen y una densidad de población de 37.08 habitantes por km². Dentro de los cantones con mayor extensión territorial se encuentran el cantón de Talamanca (2,809.93), Pococí (2,403.49) y Limón (1,765.79) como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Población y extensión territorial según cantón en la provincia de Limón.

Cantón	Extensión territorial	% con respecto a la provincia	Población	% respecto a la provincia
Limón	1,765.79	19.2	89,933	26.5
Pococí	2,403.49	26.2	103,121	30.4
Siquirres	860.19	9.3	52,409	15.4
Talamanca	2,809.93	30.6	25,857	7.6
Matina	772.64	8.4	33,096	9.8
Guácimo	576.48	6.3	34,879	10.3
Total	9,188.52	100	339,295	100

Fuente: Dirección de Gestión Municipal. Sección de Investigación y Desarrollo. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM). **Regiones y cantones de Costa Rica. 2003.**

Dentro de los cantones con menor extensión territorial de la provincia de Limón se ubica el cantón de Matina, el cual cuenta con una extensión de 772.6 km² (8.4% del total de extensión de la provincia), una población total de 33,096 habitantes, una densidad demográfica de 42.8 habitantes / km² y una tasa de natalidad de 26. 7 por cada mil personas (OPS, 2002). Desde el punto de vista de su división territorial administrativa, el cantón de Matina está dividido por los distritos Matina, Batán y Carrandí, siendo el segundo el distrito más poblado (14,546 personas) del cantón como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Población y extensión territorial distrital del cantón de Matina

Distrito	Extensión territorial	Población
Matina	354.4	8,729
Batán	213.3	14,546
Carrandí	205.0	9,821
Total	772.6	33,096

Fuente: Ministerio de Planificación. 2003.

4.2.2. Situación socioeconómica

Desde el punto de vista de la fuerza laboral, el cantón de Matina presenta una población económicamente activa de 10,994 personas y un total de población económicamente inactiva de 11,888 personas donde la actividad de los quehaceres del hogar ocupa un alto número de personas (7,362). El nivel de salario promedio por actividad realizada es de aproximadamente 88,400 colones / mes³.

Dentro de las principales actividades económicas que desarrolla la fuerza laboral ocupada en el cantón se encuentran la actividad agropecuaria, cacao, hortalizas, verduras, ganadería, explotación maderera y pesca siendo la (OPS, 2003). La actividad agropecuaria es la que impera en la zona demandando el 72.2% de la fuerza laboral ocupada y en segundo lugar actividades de comercio y reparación con un 6.77% de la población.

Según datos suministrados por el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (2002), en el cantón de Matina el comportamiento de la distribución de viviendas está dado para un total de 9,104 viviendas de las cuales 8,073 se encuentran ocupadas y 990 se encuentran desocupadas. El nivel promedio de ocupación es de 4.1 personas por vivienda.

Cuadro 3. Distribución de viviendas por distrito en el cantón de Matina, Limón

Nº	Distrito	Total	Ocupadas	Desocupadas	Promedio de Ocupantes	Colectivas
1	Matina	2,403	2,107	287	4.1	9
2	Batán	4,046	3,589	446	4.1	11
3	Carrandí	2,655	2,377	257	4.1	21
	Totales	9,104	8,073	990	4.1	41

Fuente: Tomado de estudio realizado por la Sección de Investigación y Desarrollo, IFAM, con información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2001.

Desde el punto de vista del análisis del sector salud que se tiene en el país, se ha mantenido una tendencia en lo que respecta a la mejoría de los indicadores de salud, aumentando cada vez más la expectativa de vida de la población. No obstante, a pesar de los logros externados, la provincia de Limón presenta internamente diferencias importantes como se muestra en el Cuadro 4. Los cantones de Limón y Matina muestran un comportamiento similar con tasas de natalidad en Limón de 23.9 y Matina de 26.7 y tasas de mortalidad infantil de 14.0 y 26.7, respectivamente, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Indicadores básicos de salud en la provincia de Limón

Cantón	Índice de desarrollo social ⁴	Tasa natalidad x 1000 hab.	Tasa mortalidad infantil x 1000 hab.	Tasa mortalidad x 1000 hab.
Limón	48.0	23.9	14.0	4.2
Pococí	43.8	22.5	11.2	3.1

³ Tomado de estudio realizado por la Sección de Investigación y Desarrollo, IFAM, con información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2001.

⁴ El valor del IDS oscila entre 0 y 100, correspondiendo el valor más alto al cantón en mejor situación sociodemográfica y el más bajo al que presenta el mayor rezago en su nivel de desarrollo.

Siquirres	36.4	20.0	11.4	3.1
Talamanca	0	29.1	17.3	3.2
Matina	22.6	26.7	13.6	3.2
Guácimo	47.8	20.8	8.3	2.8

Fuente: Indicadores básicos de salud. Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2000.

El índice de morbilidad en el cantón de Matina está mayormente concentrado en el paludismo, el cual presenta un porcentaje sumamente representativo en comparación con el resto de enfermedades características en la zona (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2002). Esta enfermedad es transmitida por la hembra del mosquito *Anopheles* (Diptera, Culicidae), que es típico de zonas muy húmedas tropicales.

Desde el punto de vista del desarrollo social, donde se miden las brechas geográficas entre las diferentes áreas correspondientes a los distritos tomando en consideración variables de infraestructura educativa, acceso a programas educativos especiales, porcentaje de defunciones de 0 a 5 años respecto a la mortalidad general, porcentaje de retardo en talla de la población de primer grado de escuela, consumo promedio mensual de electricidad residencial, porcentaje de nacimiento de niños (as) de madres solas, entre otros aspectos, se tiene que en el cantón de Matina, el distrito de Batán es el que presenta el mayor índice (40.9), seguido del distrito central de Matina (40.0). Todos están debajo del promedio nacional de 46.9 (Ministerio de Planificación, 2000)

A esto se puede adicionar el hecho de que, las facilidades de estudio son difíciles en la zona afectada. Se cuenta con sólo una escuela, cuyo acceso es por vía acuática. Para ello, la escuela cuenta con una única lancha, la cual se sobrecarga para lograr transportar a los estudiantes durante el tiempo que haya combustible disponible, por lo que es usual que haya períodos de 15 días sin lecciones. Estas condiciones ayudan a comprender mejor la situación económica de los pobladores, y la intensidad con la que, variaciones en sus fuentes de trabajo y alimento, pueden afectarles.

4.2.3. Caracterización ecológica del sitio afectado

Dentro de las cuencas hidrográficas del Caribe se encuentra la del río Pacuare, que incluye la zona afectada, donde se dan variaciones del régimen de crecimiento durante el año; que vienen a tener influencia sobre la diversidad de las comunidades ícticas de la zona; además de la producción y composición de especies (Viquez 2004, Anexo 10).

Los patrones de diversidad de los peces dulceacuícolas de las zonas tropicales, se encuentran muy influenciados por diferentes factores: variedad de hábitats, estabilidad del medio, productividad, espacio, biomasa, tamaño de los hábitats, estabilidad del medio, productividad, espacio, biomasa, tamaño de la cadena trófica, competencia, cantidad y calidad del agua, corrientes, además de las fluctuaciones diarias y estacionales, entre otros (Ulloa 1989; tomado de Alpírez, 1985, en Viquez 2004, Anexo 10).

Costa Rica posee una gran diversidad de ecosistemas acuáticos con una gran riqueza íctica, debido a que forma parte de tres provincias ictiológicas de las cuatro existentes en Centroamérica, las cuales son: Chiapas-Nicaragüense (Pacífico norte), Istmica (Pacífico sur) y San Juan (Vertiente Atlántica); en donde las diferentes comunidades ictiofaunísticas, pueden pertenecer a tres grandes divisiones: División primaria, secundaria y periférica) (Bussing 1998 en Viquez 2004, Anexo 10).

La división primaria incluye familias y otros grupos de peces estrictamente confinados a las aguas dulces, o sea estenohalinos, que ordinariamente no pueden o no entran al mar. La división

secundaria comprende familias y otros grupos de peces que se encuentran principalmente en agua dulce, con moderada capacidad para soportar agua salada; sin embargo pueden entrar al mar y sobrevivir allí por un tiempo limitado o son descendientes de organismos que podían hacerlo. La división periférica abarca familias y otros grupos de peces que aunque se hallan en agua dulce, de un modo u otro están relacionados muy estrechamente con el mar, o descienden de antepasados marinos (Viquez 2004, Anexo 10).

En la zona de estudio, se puede esperar la presencia las mismas especies identificadas para el río Puerto Viejo (Bussing, W. 1993), que incluyen representantes de las tres divisiones (W. Bussing 2004, com. pers.)

- Zona de Vida:

De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1979) los canales, lagunas y barra del Pacuare pertenecen a la Zona de Vida de Bosque Muy Húmedo Tropical, que se caracteriza por una temperatura superior a los 24° C promedio mensual, y una precipitación total anual mayor a 4,000 milímetros (Figura 3).

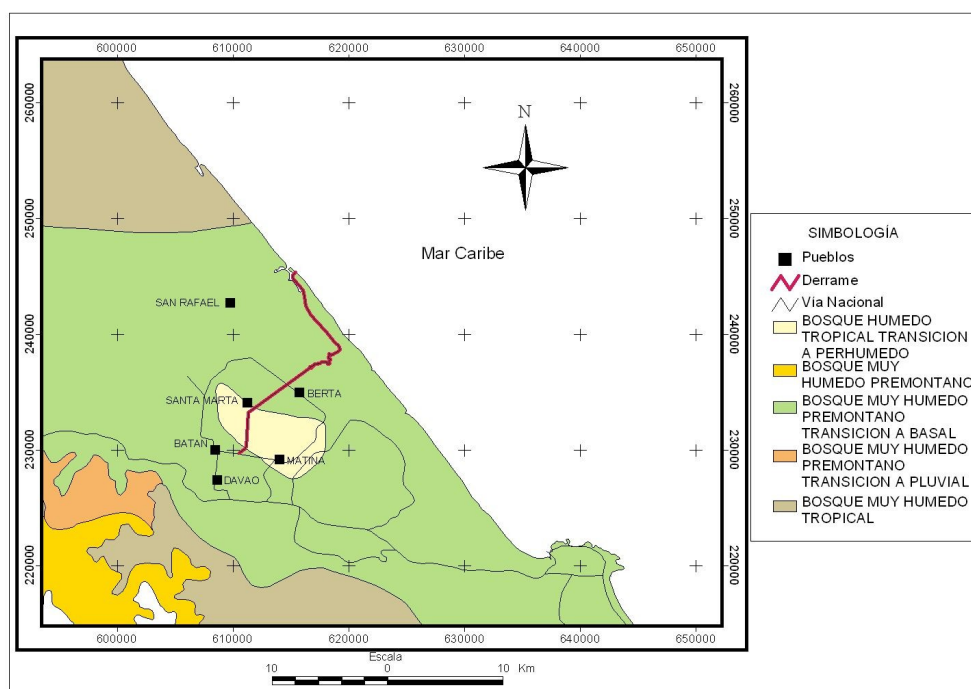


Figura 3: Zonas de vida del área afectada (FUENTE: Elaborado por IPS basado en CCT, 1993. "Mapa Ecológico de Costa Rica, según sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de zonas de vida de R.L.Holdridge. Escala 1:200,000. ")

- Hábitats y ecosistemas presentes

La zona en estudio comprende un conjunto de humedales, naturales y artificiales, que han brindado muchos servicios a lo largo de su historia. Dentro de los servicios que brinda se puede citar (datos obtenidos del Taller):

- sistema de transporte

- sitio de interés turístico
- sitio de pesca para autoconsumo
- sitio de pesca deportiva
- desagüe para la industria bananera y otras del sector

- Areas protegidas

Parte del área afectada fue la *Reserva Forestal Boca Pacuare – Matina*. Dicha Reserva fue creada mediante Decreto Ejecutivo No. 2886-A del 23-03-1973, cuenta con una extensión de 475 Ha. Dentro de las especies vegetales que protege se encuentra el cativo, gavilán, pilón, guaitil, sangregao, guaba mecate, cedro macho, palmas o yolillal (www.guiascostarica.com)

La Reserva Forestal Boca Pacuare-Matina fue creada para la protección del bosque. La Reserva está delimitada por el Mar Caribe y un sistema de canales de agua dulce, al norte por la desembocadura del Río Pacuare (10°13'50N 83°16'72W) y al sur por la Laguna Mondonguillo (10°09'N 83°13'22W). Esta zona cuenta con una riqueza de recursos naturales, tales como peces y crustáceos de agua dulce y salobre, de los cuales las comunidades más cercanas dependen para su uso directo (pesca de sustento) e indirecto (turismo) y tres especies de tortugas marinas: la baula (*Dermodochelys coriacea*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la carey (*Eretmodochelys imbricata*). Actualmente, el Caribe de Costa Rica y Panamá cuenta con la cuarta población de la tortuga baula más importante del mundo. Según la lista roja de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), las tortugas baula y carey están clasificadas como especies en peligro crítico de extinción y la tortuga verde está en peligro de extinción (Belinda Dick 2004, com. pers.).

Los canales que rodean la reserva son el hogar para diversidad de animales, incluyendo el cocodrilo (*Crocodylus acutus*), y la nutria neotropical (*Lutra longicaudis*), el caimán (*Caiman crocodilus*) y numerosas especies de peces y aves. Dentro del hábitat terrestre de la reserva, se puede encontrar una variedad de follaje, frutas y semillas, ranas venenosas, iguanas (*Iguana iguana*) y víboras altamente venenosas como la serpiente terciopelo (*Bothrops asper*). La reserva provee un habitat importante para especies de aves, insectos y mamíferos como los perezosos de dos y de tres dedos; tres especies de monos, que son el mono congo (*Alouatta palliata*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el mono cara blanca o capuchino (*Cebus capucinus*). Aquí se encuentra la garza, (*Agamia agami*), especie rara que anida en la laguna interna de la reserva, la laguna Modonguillo, y esta población está actualmente registrada como la población reproductora más grande de esta especie en Costa Rica (Belinda Dick 2004, com. pers.).

Algunas especies esperadas

Hay pocos estudios que se refieran a esta zona específica, lo cual representa un problema a la hora de realizar este tipo de estudios. La caracterización, sin embargo, se puede realizar según las especies que se esperan por el tipo de hábitats y ecosistemas de la zona.

Por ejemplo, en el caso de peces, W. Bussing (2004, com. pers) indicó que la ictiofauna esperada sería similar a la que se ha encontrado en el área de Puerto Viejo. En general, estas áreas de humedales de la zona atlántica comparten características similares, y por eso se espera similares especies.

Por esto mismo, se aprovechó la realización del taller para preguntar a los habitantes locales y personas con conocimiento de la zona, que indicaran las especies que conocían que habitan en la

zona, lo cual se expone más adelante en los resultados del taller.

Es conocido el tipo de peces de importancia comercial y deportiva, así como la fauna que es conspicua o llamativa.

A continuación se menciona una lista de especies que se afirma que de alguna forma se vieron o se intuye que fueron afectadas. Se brinda información para algunas de ellas.

Nombre común	Nombre científico	Nombre común en inglés	Distribución	Habitat	Ecología (alimentación, factores limitantes)	Reproducción. Movimientos	Observaciones (edad adulto, valor comercial etc)
REPTILES							
Cocodrilo	<i>Crocodylus acutus</i>	Crocodyle					
Tortuga Baula	<i>Dermochelys coriacea</i>			Marino			
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>			Marino			
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>			Marino			
AVES							
Pelicanos	<i>Pelicanus occidentalis</i>	Brown Pelican	Costa del Pacífico desde Washington, hasta el Norte de Perú; costas e islas del Atlántico, Golfo de México y Caribe desde Carolina del Norte hasta el Este de Venezuela.	Frecuente aguas costeras, rara vez alejándose de las costas.	Peces		
MAMÍFEROS							
Manatí	<i>Trichechus manatus</i>	West Indian Manatee	Costa atlántica y alrededor de las islas del Caribe, desde Virginia EEUU, hasta el río Amazona en Brasil.	Ríos .zonas costeras Especie en peligro de extinción.	Se reporta sobre 60 especies de plantas que comen, hierbas acuáticas como <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Hydrilla verticillata</i> , otros como zacate de guinea, zacate manatí etc.	Período de gestación 12 a 13 meses. Una sola cría rara vez gemelos.	Población muy baja, amenaza por los pesticidas y otros contaminantes en algunos ríos.
Nutria	<i>Lutra longicaudus</i>						
PECES							
Guapote	<i>Parachromis</i>	Rainbow bass	A largo de la	Aguas estancadas	Altamente piscívoros		En Costa Rica es

Nombre común	Nombre científico	Nombre común en inglés	Distribución	Habitat	Ecología (alimentación, factores limitantes)	Reproducción. Movimientos	Observaciones (edad adulto, valor comercial etc)
	<i>dovii</i>		vertiente atlántica desde el río Aguán hasta la cuenca del río Moín, Costa Rica.	hasta corrientes rápidas			el cíclido mas popular entre los pescadores por su velocidad, fuerza y deliciosa carne
Anguilas	<i>Anguilla rostrata</i>	Eel	Ríos del atlántico entre 0 y 20 m de altura	Ríos o lagos a veces lejos del mar..Son migratorias	Come insectos acuáticos,, peces y crustáceos.Es noctuna	5-20 millones de huevos	
Calvas	<i>Centropomus parallelus</i>	Fat snook	Vertiente caribe, desde el sur de Florida EEUU hasta Florianopolis Brasil.	Ríos, son migratorias fines de año especialmente ríos Parismina, Tortugero, San Juan y Colorado.	Come peces y crustáceos.	Migración masiva para desovar.	Representa una fuente de ingresos importante.
Mojarras	<i>Theraps underwoodi</i>		Solo en la Vertiente del caribe desde la cuenca del río Escondido, Nicaragua hasta el río Cricamola; Panamá.Poco común en la zona norte y atlántica del país.	Corrientes de agua de moderada a mucha velocidad., vive e ríos y riachuelos entre 0 y 540 metros de altura.	Comen hojas,algas,frutos; las crás también comen insectos acuáticos.		
Guavinas	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Bigmouth sleeper	Vive en la Vertiente Atlántica desde Florida EEUU y las Antillas hasta Surinam.Poco común en las zonas Norte y Atlántica del país.	Habita ríos y riachuelos de poca a moderada velocidad de corriente, entre el mar y los 60 metros de altura.	Pez bentónico y carnívoro que se alimenta principalmente de peces y crustáceos.		
Tilapias	<i>Oreochromis sp</i>						
Cuminates							
Sábalo	<i>Megalops atlanticus</i>	Tarpon	Desde Carolina del Norte, EEUU, hasta	Aguas saladas o salobres a menudo			

Nombre común	Nombre científico	Nombre común en inglés	Distribución	Habitat	Ecología (alimentación, factores limitantes)	Reproducción. Movimientos	Observaciones (edad adulto, valor comercial etc)
			Brasil central	en ríos y lagos. Penetra en ríos bastante lejos del mar. Se reproducen durante todo el año con picos de reproducción entre diciembre y febrero.			
Robalos	<i>Centropomus undecimalis</i>	Snook	Vertiente Atlántica, entre Carolina del sur EEUU, hasta Río Janeiro, Brasil	Ríos y esteros hasta una altura de 50 metros. Zona de reproducción aparentemente en el mar en sitios someros cerca de las desembocaduras.	Alimentos : crustáceos y peces.		
Barbudos	<i>Rhamdia spp</i>	Barbudos					
Estrambal							
Sardinas							
Roncador							
Lisas							
INVERTEBRADOS							
Camarones							
PLANTAS							
Algas							
Lirios							

Adicionalmente, se ha mencionado la presencia de martines pescadores, diversas especies de garzas, colibríes, el chocuaco, el jabiru, gavilanes y halcones; pez gaspar. Se puede observar a la lagartija conocida como “Jesucristo” recorrer las lagunas.

5. Marco metodológico y conceptual - Evaluación Económica del Daño Ambiental

Forma general de trabajo

A continuación se describe en forma general los diferentes pasos de cómo se abordó el caso, para poder llegar a la evaluación económica del daño ambiental del que nos ocupa.

Para la consulta de literatura, debido a la premura y poco tiempo disponible, el estudio se guió principalmente por las sugerencias de los miembros del Grupo de Apoyo a la comisión. Para determinar valores que permitieran realizar una aproximación del Costo de Restauración y a una determinación del Estado de Conservación del sitio, a falta de documentos accesibles y que trataran directamente la temática, se utilizó el criterio de expertos (se consideró como experto a personas con conocimiento técnico y con experiencia específica en la zona). Para que esta consulta fuera eficiente, simultánea y se proveyera en un adecuado espacio de discusión, se realizó un Taller de Consulta (los participantes fueron identificados por los miembros de la Comisión y del Grupo de Trabajo). Adicionalmente, se realizaron muestreos de agua, sedimentos y peces para brindar información primaria que ayudara a tener una idea sobre el estado actual, y ver si alguno de los análisis podía aportar información sobre el posible efecto que el evento causó. Además se determinó que estos datos serían muy importantes porque brindarían una línea base de información para la zona, de la cual hay muy poca información, y por tanto podrían ayudar en futuros casos para una más rápida determinación de efectos y estado de conservación del sitio.

Gira de reconocimiento

El 11 de febrero del 2004 la comisión y miembros del Grupo de Apoyo realizó una gira de reconocimiento por auto y lancha, donde se visitaron los sitios afectados y se conversó con diferentes actores involucrados en el evento bajo estudio. En esta gira participaron múltiples actores para mostrar una perspectiva amplia del evento: Carlos Arguedas como habitante local y testigo, Ruth Tiffer, especialista en ecología acuática, Julio Knight testigo, afectado y habitante local, Edwin Vega, María Isabel Di Mare como apoyo a la comisión y Allison Villalobos, miembro de la Comisión de Peritos. También participaron y ayudaron en la coordinación de la gira dos funcionarios del ACLA-C del MINAE.

Taller de Consulta

Para la organización del taller, inicialmente se identificó los actores pertinentes de participar en el taller o asistir como observadores. En esta selección se incluyó únicamente a personas con conocimiento técnico, con experiencia específica en la zona, o relacionadas con organizaciones de importancia con los hechos ocurridos. La lista se determinó según identificación de investigadores de la zona o con profesiones afines al tema, así como actores relacionados con los recursos involucrados o afectados por el evento; esta lista se elaboró con el apoyo de miembros del Grupo de Apoyo. Se procedió a enviar las invitaciones por medios electrónicos, teléfono, fax y carta (Anexo

7.1, carta de invitación), según fuera más apropiado en cada caso. La lista de invitados fue amplia (Anexo 7.2, lista de actores identificados). La organización del taller se logró mediante coordinación de habitantes locales y funcionarios del Área de Conservación Amistad Caribe. El taller se realizó en el Centro de Capacitación de RECOPE ubicado en Moín, Limón, el día 13 de febrero de 2004, según agenda pre-establecida (Anexo 7.3, agenda).

A medida que fueron ingresando, se les solicitó a los participantes que firmaran una hoja de asistencia (Anexo 7.4). Se aprovechó la asistencia al taller para realizar recopilación de información, tanto de las credenciales de los asistentes, como de su conocimiento (Anexo 7.5, ficha técnica). Al inicio del taller se les hizo llenar una ficha técnica donde se les solicitó inicialmente su información personal, y seguidamente su colaboración en brindar información sobre pesca o turismo, si contaban con experiencia en ese aspecto. Se solicitó esta información al inicio, por dos razones: para garantizar que todos completaran los cuestionarios independientemente de su disponibilidad de tiempo durante el día, y para obtener información menos sesgada, ya que así llenaban los formularios antes de tener oportunidad de relacionarse entre sí y discutir sobre las preguntas.

Seguidamente se discutió la forma de trabajo y se repartió a cada experto el formulario con los Cuadros de Trabajo que se utilizarían para desarrollar la Evaluación Económica del Daño Ambiental (Anexo 7.6). El resto del taller se dedicó al desarrollo de esta metodología.

Giras de campo

Adicionalmente, se realizaron dos giras para realizar muestreos. La primera se realizó el 26 de marzo del 2004 y fue para obtención de muestras de agua, sedimento y macroinvertebrados, siguiendo los lineamientos brindados por el Dr. Clemens Ruedert del Instituto Regional de Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional (Anexo 9). En la segunda gira se realizó un muestreo de peces (Anexo 10), para comparar con los datos obtenidos en el Taller, y se realizó el 1 y 2 de abril del 2004.

Metodología para la Evaluación Económica

La metodología utilizada en esta evaluación está basada en la metodología general de Evaluación del daño ambiental en Costa Rica, desarrollada por Barrantes y Di Mare (2002) para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

5.1 Ambiente y Daño Ambiental – aspectos conceptuales

En términos generales, el *ambiente* es el entorno vital; es decir, el conjunto de elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, su carácter, su comportamiento y su supervivencia. En términos más específicos, el *ambiente* sería el sistema constituido por el ser humano, la fauna, la flora y los microorganismos; el suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje; las interacciones entre los factores citados y los bienes materiales y el patrimonio cultural. Atendiendo el modelo de desarrollo, el ambiente puede entenderse como: fuente de recursos naturales, flujo de materiales hacia las actividades humanas y receptor de desechos.

Se dice que hay *daño ambiental* cuando una acción o actividad produce una alteración desfavorable en el medio o en algunos de los componentes del medio. Los *daños ambientales* quedan definidos por cuatro elementos: (1) manifestación, (2) efectos, (3) causas y (4) agentes implicados (Gómez, 1994). Estos elementos sirven de referencia en el desarrollo de la estructura para el análisis de las implicaciones ecológicas y económicas relacionadas con los daños ambientales, el cual se desarrolla posteriormente.

Por otro lado, el *daño ambiental* representa la diferencia entre la situación del recurso antes de la afectación y después de ella, lo que obliga a conocer su condición *antes* y *después* de la afectación. El Gráfico 1 permite una ilustración más precisa del daño ambiental, donde se muestra cómo se afecta el recurso natural (que en el gráfico se indica como “factor ambiental”) una vez que la operación que causa el daño ha entrado en actividad. Por lo tanto, para evaluar dicho daño ambiental, se necesita estimar estos dos estados, pues el daño comprendería la diferencia entre el estado ambiental antes de la intervención y después de la intervención humana que ocasionó el daño. En términos matemáticos, el daño se expresaría por DA_j , el que está dado por el área entre las curvas f_1 y f_2 a partir del inicio t_0 , de modo que:

$$DA_j = \int_{t_0}^x [f_1(t) - f_2(t)] dt \quad (ec 1)$$

donde,

- DA:** es el daño ocasionado al recurso natural j
- $f_1(t)$:** explica el comportamiento del recurso natural (o factor ambiental) *sin* presencia de la actividad económica particular (o sea, *antes* del daño)
- $f_2(t)$:** explica el comportamiento del recurso natural una vez que entra en operación la actividad económica (o sea, *después* del daño)
- t :** tiempo
- x :** tiempo que perdura la afectación en el factor j

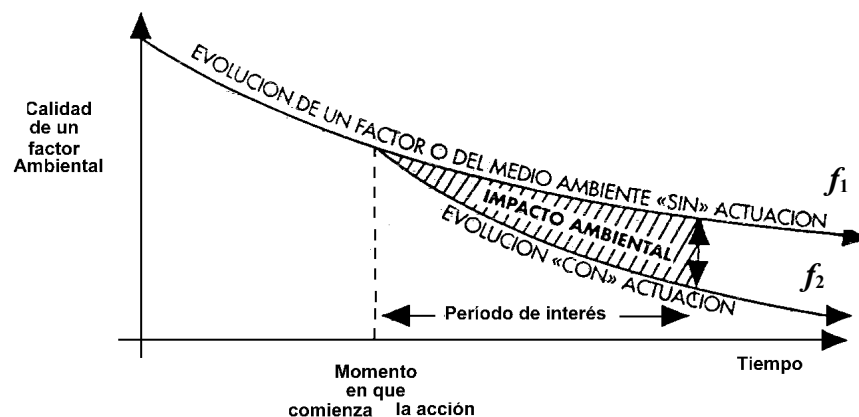


Gráfico 1. El impacto es la diferencia entre la evolución del medio ambiente “sin” y “con” la alteración ocasionada.

Fuente: Gómez, 1994.

5.2. Componentes de la evaluación del daño ambiental

La evaluación del *daño ambiental* depende de dos componentes principales: el *daño biofísico* y el *daño social*. El *daño biofísico* se refiere a las afectaciones hechas en el medio natural que ocasionan un deterioro de las características del recurso natural. El *daño social* está relacionado con las afectaciones a la sociedad, manifiestas en la pérdida de beneficios derivados del recurso natural afectado y a los costos asociados a la restauración del recurso afectado.

Para establecer el *daño biofísico* es necesario determinar el tipo de alteración ocasionada y su relación con los recursos naturales afectados, considerando la composición de recursos tanto en el sitio del proyecto como en la zona de influencia (área fuera del proyecto que es alterada por la acción). Para ello se requiere de la identificación de los recursos naturales afectados con la alteración, como punto de partida para la evaluación *antes* y *después* de la actuación. El causante del daño será responsable por el cambio ocasionado al recurso natural, en lo que sea atribuible a su actividad.

Para establecer el *daño social* se requiere conocer los beneficios sociales que se dejaron de percibir con la afectación del recurso natural. También es necesario identificar las actividades de restauración necesarias para llevar a dicho recurso natural al estado de conservación en que estaba antes del daño (EC_a : *estado de conservación antes del daño*) y los costos asociados. Estos dos aspectos representan el agregado de daño social que es imputable al daño ambiental ocasionado.

5.3. Estado de conservación de los recursos naturales

El *estado de conservación*⁵ (EC) se refiere al grado de mantenimiento de los procesos, o sea, a la condición del factor con relación a su capacidad para garantizar su continuación y funcionamiento. Este es un indicador de cuán alejado se está del estado de conservación en que el recurso tiene la máxima capacidad de realizar sus funciones ecológicas y brindar los servicios ambientales que benefician a la sociedad. Si el indicador, medido en porcentaje, tiene un valor de 100%, indica que el recurso natural está en su máximo estado de conservación. Por el contrario, si dicho valor es de 75%, indica que ha existido un deterioro del recurso equivalente al 25%, atribuible a eventos pasados. En este sentido, el estado de conservación toma un valor entre 0 y 100%.

Hay una serie de indicadores o criterios que se deben identificar para evaluar el estado de conservación de los recursos naturales. Para efectos de aplicabilidad de estos indicadores se requiere tener presente que, dependiendo del sitio en particular, se debe hacer una selección previa de los indicadores específicos a considerar y de la ponderación que cada uno de ellos tendrá con relación al valor global del recurso natural.

La estimación del *estado de conservación antes* (EC_a) puede obtenerse considerando m indicadores y el criterio de n expertos para que asignen un valor para cada indicador. De esta manera, la valoración estaría dada por:

$$Y_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} \quad (ec. 2) \quad \begin{array}{l} j = 1, 2, \dots, m \text{ indicador.} \\ 0 \leq x \leq 10 \end{array}$$

donde,

⁵ El estado de conservación se puede obtener mediante diferentes métodos: uso de información sistemática disponible, consulta de expertos, consulta de literatura, comparación entre sitios similares (en tiempo o espacio).

- x Valoración del experto i sobre el indicador j ($0 \leq x \leq 10$).
 Y Valoración promedio del indicador j.

Asignando una ponderación α_j al indicador j, la evaluación global del recurso sería:

$$EC_a = \sum_{j=1}^m \alpha_j Y_j \quad (ec. 3) \quad 0 \leq \beta \leq 10$$

y,

$$\sum_{j=1}^m \alpha_j = 1 \quad (ec. 4)$$

donde,

- α_j Ponderación asignada al indicador j
 EC_a Estado de conservación antes de la afectación al recurso natural

Una vez obtenida la evaluación EC_a del recurso natural, es necesario la estimación del *estado de conservación después de ocasionado el daño ambiental* (EC_d). Esto implica que se debe estimar el nivel de afectación del recurso, el cual se obtiene mediante el siguiente procedimiento. Si se consideran m indicadores en la evaluación del recurso natural y el criterio de n expertos que asignen una valoración x para cada indicador j , entonces la valoración estaría dada por:

$$NA_j = \frac{\sum_{i=1}^n v_{ij}}{n} \quad (ec.5) \quad \begin{array}{l} j = 1,2,\dots m \text{ elementos.} \\ 0 \leq v \leq 10 \end{array}$$

Donde,

- v valoración el experto i para el elemento j afectado
 NA Valoración promedio para el indicador j.

Asignando una ponderación α_j al indicador j, la evaluación global del daño ocasionado al sitio afectado sería:

$$\delta = \sum_{j=1}^m \alpha_j NA_j \quad (ec. 6) \quad 0 \leq \delta \leq 10$$

donde,

- δ Evaluación global del nivel de afectación del recurso natural

De este modo, el estado de conservación después de la alteración ocasionada estaría dado por la diferencia entre el estado de conservación inicial y la afectación real dada por producto $\delta * EC_a$. Es decir:

$$EC_d = EC_a (1 - \delta) \quad (ec. 7)$$

Donde,

EC_d Estado de conservación después de la afectación del recurso natural

5.4. Evaluación económica del daño ambiental

La evaluación económica del daño a un recurso natural específico involucra el análisis de las implicaciones biofísicas y de las implicaciones sociales. Las implicaciones sociales se refieren a la pérdida de beneficios que se derivaban del recurso natural afectado y a los costos adicionales en que incurre la población debido a otras afecciones derivadas de la alteración del recurso natural, tales como los de tratamiento de la salud, la pérdida de ingresos asociadas al salario, entre otros. Además, en el caso de extracciones, es necesario cuantificar el valor asociado, para lo cual se requiere conocer o estimar el precio y la cantidad extraída del producto.

5.4.1. Evaluación económica del daño ambiental – aspectos biofísicos

Se debe procurar la restauración⁶, de un recurso natural cuando a éste se le ha ocasionado un daño biofísico. En este caso, para realizar la cuantificación económica asociada a esta restauración, debe identificarse los niveles presentes en el recurso *antes* de la alteración. La recuperación del recurso natural hasta los niveles aceptables está determinada por la magnitud del daño ocasionado, las características del recurso natural, el tiempo de la recuperación y el área afectada. Analíticamente, el costo de recuperación (CR) sería el área correspondiente bajo la curva $f(x)$ en el intervalo de tiempo $(0, T)$, donde x es un vector de variables que explican la afectación biofísica del recurso natural.

$$CR = \int_0^T f(x)dx$$

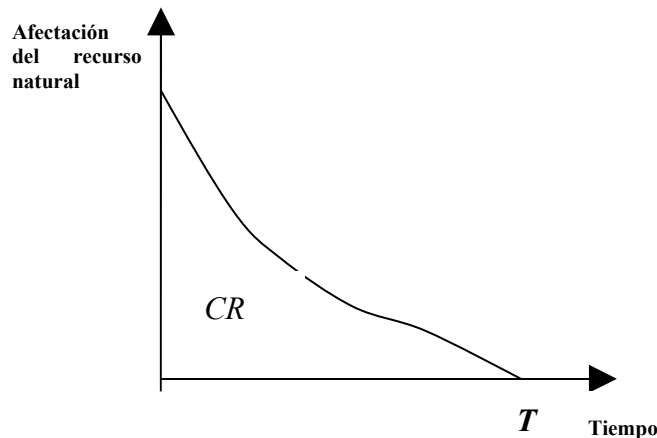


Gráfico 2. Aproximación del costo de recuperación del recurso natural afectado

La restauración de un recurso natural hasta su estado inicial previo a la alteración, implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por quien causó el daño. Estos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las

⁶ Las actividades necesarias para lograr la restauración se pueden identificar a través de diferentes métodos: uso de información sistemática disponible, consulta de expertos, consulta de literatura, comparación entre sitios similares (en tiempo o espacio).

características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i q_{ij} (1+r)^{-t} \quad (ec.8)$$

y,

$$T = \text{Max} \{t_j / j \text{ es el recurso natural y } j = 1, 2, \dots, n\}$$

donde,

- CR:** Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas (¢/unidad del factor)
- p_i:** Precio del insumo *i* usado en la restauración del recurso natural (¢/unidad del insumo)
- q_{ij}:** Cantidad del insumo *i* usada en la restauración del recurso natural *j* (unidades del insumo)
- r:** Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%)
- t:** Tiempo (años)
- T:** Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados.
- m:** Insumos requeridos en la restauración del recurso natural *i*
- n:** Recursos naturales afectados por acciones humanas

5.4.2. Evaluación económica del daño ambiental – aspecto social

Para el establecimiento del daño social ocasionado con la afectación del recurso natural, se requiere la identificación de los beneficios que dicho recurso le brinda a la sociedad, para permitir determinar la relación existente entre el nivel de afectación del recurso natural y la pérdida de beneficios sociales. Dichos beneficios están determinados por la cantidad y calidad de los flujos que provee el medio natural. De este modo, la población tiene las siguientes alternativas cuando se ven afectados los flujos que derivan del capital natural:

- Seguir disponiendo de los flujos en una menor cantidad y calidad.
- Sustituir la oferta de flujos con otros bienes y servicios, mientras es posible la sustitución, en una cantidad equivalente a la disminución generada con la alteración de recursos naturales.
- Perder definitivamente la oportunidad de aprovechar esos flujos, ya sea temporal o permanentemente.

Cualquiera de las alternativas representa una pérdida de bienestar social que debe ser compensada apropiadamente. Es decir, que se debe procurar, principalmente, que la población alcance un nivel de bienestar comparable al que disfrutaba previamente a la alteración del recurso natural, lo que significa alternativas de flujos que compensen o sustituyan los que se dañaron.

Con anterioridad se mencionó que la calidad y la cantidad de flujos que se pueden derivar de un recurso natural, dependen de su estado de conservación. Esto induce a plantear la existencia de una relación directa- entre el estado de conservación y los flujos del recurso natural. Esta relación se

puede utilizar para establecer las consecuencias de una variación en el estado de conservación sobre los flujos del sistema natural, que afectan el bienestar de la población. De esta manera, es esperable que la restauración del recurso natural, conduzca al restablecimiento de los flujos que aprovecha la sociedad para mejorar su bienestar. En este sentido, conforme se mejora la condición del factor, se mejora la cantidad y la calidad de tales flujos.

Tomando en consideración lo anterior, se plantea que los costos de compensación deben estimarse mientras el recurso natural está en vías de restauración, o sea, desde que se inicia el daño hasta que el recurso natural sea recuperado satisfactoriamente; es decir, hasta el tiempo T , donde dichos costos deben desaparecer dado que los beneficios sociales que brindaba el recurso natural, teóricamente se han recuperado. Si definimos una función de costos de compensación, $g(x)$, entonces los costos sociales de compensación, CS , están dados por:

$$CS = \int_0^T g(x)dx \quad (ec. 9)$$

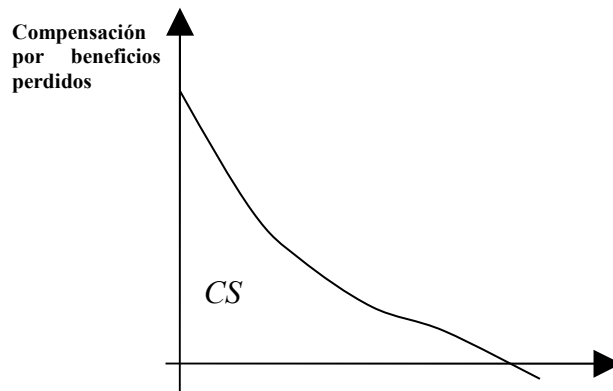


Gráfico 3. Aproximación del costo social del recurso natural afectado T Tiempo

Para el caso en estudio, la pérdida de beneficios está asociada fundamentalmente a la afectación de la producción en la actividad pesquera y a la merma en la actividad turística.

Por tal razón, para la actividad pesquera, se propone una estimación de los beneficios perdidos por la disminución de materias primas y productos de consumo final que brinda el recurso natural, considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos productos afectados. Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría, el o los recursos afectados, en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$BP_1 = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (p_{ji}^{mp} q_{ji}^{mp} + p_{ji}^{cf} q_{ji}^{cf}) (1+r)^{-t} \quad (ec. 10)$$

donde,

BP_1 Beneficio perdido por la disminución de materias primas y productos de consumo final ($\$$)

p_{ji}^{mp} Precio de la materia prima i que se deriva del recurso natural j ($\$/unidad$)

- p_{ji}^{cf} Precio del producto de consumo final i que se deriva del recurso natural j ($\$/unidad$)
- q_{tji}^{mp} Cantidad de la materia prima i que se deriva del recurso natural j en el tiempo t (unidad)
- q_{tji}^{cf} Cantidad del producto final i que se deriva del recurso natural j en el tiempo t (unidad)

La misma ecuación sirve para determinar la pérdida en ingresos por concepto de actividades turísticas, considerando la sumatoria de “productos de consumo final” como servicios dejados de vender a turistas.

5.4.3. Valoración económica del daño ambiental – costos totales

El costo total (CT) del daño ambiental es la suma del costo biofísico -dado por el costo de restauración- y el costo social.

$$CT = CR + BP_1 \quad (ec. 11)$$

6. Resultados y discusión

El taller con expertos es la base principal para la generación de resultados del presente estudio. En estos resultados junto con el muestreo de peces realizado, la revisión de literatura e información disponible, se sustenta la valoración económica del daño ocasionado por la contaminación ocurrida en enero de 2003.

6.1. Evaluación del estado de conservación del sitio de estudio

Para evaluar el estado de conservación de la zona afectada, se definieron 6 criterios: condición de humedal; zona turística; zona pesquera; espacio de investigación; espacio para sustento poblacional; existencia de algunas especies listadas en vías de extinción. La selección de los criterios obedeció a la discusión de una serie de argumentos en el grupo de trabajo del taller.

Estos criterios guiaron la definición de indicadores para determinar el Estado de Conservación. Con el fin de obtener una evaluación del ecosistema total se realizó una ponderación de cada uno de los indicadores de modo que la suma total fuera 100% (Cuadro 5).

Cuadro 5: Indicadores seleccionados y su respectiva ponderación para la evaluación del estado de conservación del sitio de estudio

<i>Indicadores</i>	<i>Explicación</i>	<i>Ponderación</i>
Riqueza biológica	Se refiere a la abundancia y diversidad de especies en un espacio determinado	29.7
Visitación turística	Se refiere al turismo por diferentes razones, por ejemplo: pesca deportiva (en su mayoría se devuelve vivo al agua) Legalmente es prohibido extraer más de uno, actividades recreativas locales.	20.1
Capturas pesqueras	Sea comercial o de subsistencia	14.1
Estructura de las poblaciones peces y otros organismos	tamaño de los individuos de las poblaciones	12.4
Presencia o ausencia de especies indicadoras	Funciones ecológicas. Variaciones en la cadena trófica (Lirios, garzas, róbalo, guapote, camarones, nutria,)	9.7
Dinámica social	tradiciones alimenticias	13.9
		<hr/> 100.0

Fuente: Taller de trabajo.

Para cada criterio ambiental utilizado para la evaluación del estado de conservación, se estableció una escala de 0 a 10 (10 es el estado de conservación óptimo), para posteriormente aplicarle la ponderación que se obtuvo anteriormente para cada criterio. Aplicando la *Ecuación 3* a los datos del Anexo 11 se obtiene que el ecosistema del área de estudio tiene un estado de conservación equivalente al 78.30% (Cuadro 6). Es decir, que su estado de conservación ha disminuido en un 21.70%.

Cuadro 6. Evaluación del estado de conservación de la zona en estudio

<i>Criterio</i>	<i>Valoración</i>	<i>Valoración ponderada (%)</i>
Riqueza biológica	7.9	2.35
Visitación turística	7.8	1.57
Capturas pesqueras	7.9	1.11
Estructura de las poblaciones peces y otros organismos	8.2	1.02
Presencia o ausencia de especies indicadoras	7.4	0.72
Dinámica social	7.6	1.06
Estado de conservación		7.81

Fuente: Taller de trabajo

El estado de conservación de **78.10 %** indica que el estado de conservación del área de estudio no era el óptimo, previo al evento de enero de 2003. Sobre este índice es que se tiene que estimar el grado de afectación.

6.2. Índice de afectación de la zona de estudio

Cualquiera que sea el estado de conservación del ecosistema, la intervención sobre el mismo genera algún índice de afectación que debe considerarse para estimar el daño ocasionado al ecosistema. Este índice es independiente del estado de conservación; no obstante, su importancia es mayor cuanto mejor sea el estado de conservación del ecosistema, ya que la alteración sobre el mismo, puede repercutir en una pérdida de beneficios sociales importantes por la disminución en el flujo de servicios ambientales.

Para la valoración del índice de afectación, se tomó como base la selección de los 6 indicadores usados en la evaluación del estado de conservación. A cada indicador los expertos asistentes al taller le asignaron una calificación en una escala de 0 a 10, indicando que 10 es la afectación máxima ocasionada al servicio ambiental respectivo, debido a la intervención en el ecosistema. Una afectación de 100% indica que el ecosistema ha perdido la capacidad de ofrecer servicios ambientales a la sociedad. Aplicando la *Ecuación 6* a los datos del taller, se obtiene el índice de afectación del ecosistema cuyo valor es de **78.40%**, lo que muestra que la alteración del sitio no significó la desaparición total del flujo de beneficios (Cuadro 7.).

Cuadro 7. Evaluación del índice de afectación de los canales en estudio en Función del daño a los servicios ambientales

Criterio	Afectación	Valoración ponderada
Riqueza biológica	8.1	2.41
Visitación turística	7.6	1.53
Capturas pesqueras	8.1	1.14
Estructura de las poblaciones peces y otros organismos	7.9	0.98
Presencia o ausencia de especies indicadoras	7.9	0.77
Dinámica social	7.3	1.01
Índice de afectación		7.84

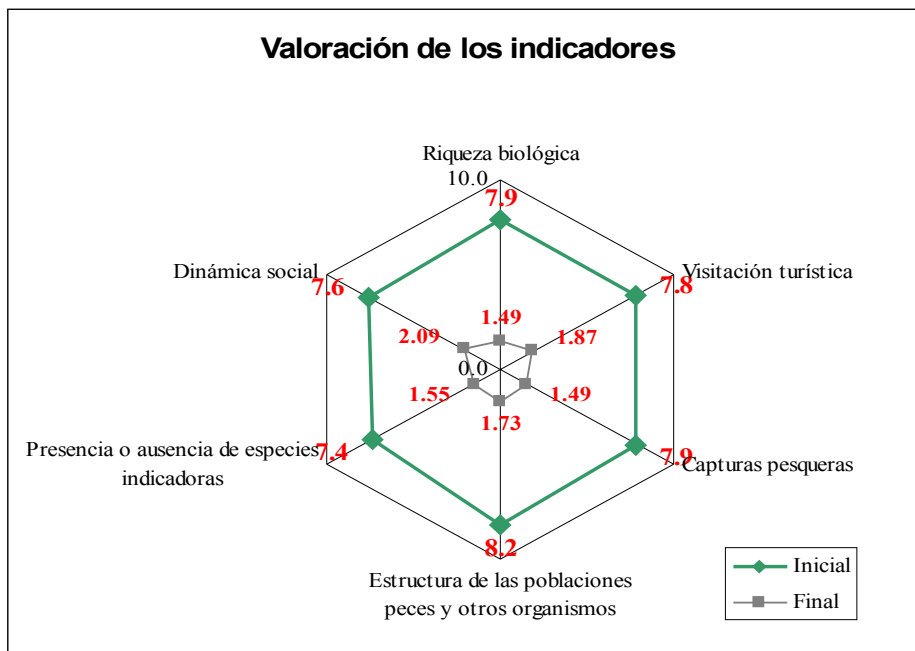
Fuente: Taller de trabajo

El índice de afectación de 78.40 % se convierte en un parámetro para la valoración final del daño ocasionado a la zona afectada de los Sectores Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre De Dios y Santa Marta, dada una condición inicial del estado de conservación del mismo en 78.1%. En este sentido, considerando el estado de conservación inicial, aplicando la *Ecuación 7* se obtiene un índice de afectación real de 61.2% (producto entre 78.4%*78.1% = 61.23%).

6.3. Evaluación del estado de conservación después de la afectación (ECd)

En general, dada la intervención en los ecosistemas en el área de estudio, el estado de conservación después de la afectación (EC_d) puede considerarse como la diferencia entre el *estado de conservación antes* (EC_a) (78.1%) y el nivel de afectación real (61.2%). Es decir, que el estado de conservación final es de 16.9%. En el Gráfico 4 se ilustra la situación del estado de conservación antes y después de la intervención en la zona en estudio, de acuerdo con los resultados del taller de expertos.

Gráfico 4. Valoración del estado de conservación inicial antes de la intervención



Gráficamente se ilustra lo anterior, donde la diferencia entre el estado óptimo y la condición inicial del estado de conservación, representa el daño ocasionado al recurso a lo largo del tiempo (Gráfico 4). El contorno exterior en el Gráfico 4 representa el estado máximo de conservación, mientras que la línea con puntos indica el estado inicial del ecosistema antes de la intervención. La diferencia entre ellas es un indicador, según el criterio de expertos, de que el ecosistema estaba intervenido con anterioridad.

La línea más cercana al origen representa el estado de conservación final, esto es, cómo quedó el ecosistema tras la intervención sujeta de la presente evaluación. La afectación total del ecosistema en el área de estudio, está dada por los daños ocasionados por las intervenciones tradicionales más la última intervención (enero de 2003) que es la que interesa en el análisis. De acuerdo con el gráfico, los causantes del deterioro final deben compensar el daño ocasionado a la zona, equivalente

a la diferencia entre la situación inicial (contorno intermedio) y el final del estado de conservación (contorno interior). Su costo está determinado por el costo de recuperación de los ecosistemas alterados hasta el nivel de conservación que se encontraban antes de la última intervención, más el costo social por la afectación de los beneficios que, de manera directa e indirecta, aprovechaban las comunidades y la sociedad en general.

El criterio de la comisión, tras el muestreo de peces, es que efectivamente el ecosistema se encuentra afectado. La información recolectada en dicho muestreo (Anexo 10) sustenta la idea del estado de conservación deteriorado del ecosistema, porque se realizó un gran esfuerzo de pesca y la captura fue muy poca, además se capturaron principalmente peces de influencia marina, lo que indica que la fauna local es escasa.

Ninguna especie fue capturada en grandes cantidades, a pesar de que según encuestas de pescadores en tiempo atrás (antes de la contaminación) se encontraba una alta diversidad y abundancia, por lo que puede asumirse que existió un factor externo que hace que en este momento la zona no presente las características óptimas para el crecimiento, desarrollo y reproducción de todas las especies de peces presentes en el Río Pacuare y sus afluentes (Viquez 2004, Anexo 10).

La afectación se aprecia además del número, en el tamaño de las especies capturadas, y en el hecho de que otras especies nombradas por los pescadores, como son el guapote (*Parachromis dovii*) y el guapote tigre (*Parachromis managuensis*), no fueron capturadas en el muestreo (Viquez 2004, Anexo 10).

En cuanto al muestreo de sedimento, agua e invertebrados en general se puede concluir que se observó una fauna limitada en número y en variedad en todo los sitios de muestreo (Anexo 9). En cuanto a las muestras de agua se encontraron trazas de algunos plaguicidas, cuya respectiva confirmación aun está pendiente.

También debe señalarse que la mayoría de organismos en lagunas están asociados a la vegetación periférica. En lagunas con influencia marina la diversidad de macroinvertebrados es muy baja. En lagunas con poca influencia de agua salada, que es lo que se aprecia en la zona de estudio, se da una pinnoclina, es decir, se presenta una estratificación en la que, un estrato bajo cuenta con mayor salinidad y la porción superior es básicamente de agua dulce (no hay mezcla). En estas condiciones, se esperaría la presencia de macroinvertebrados que no utilicen el fondo, como Hemiptera y algunos pocos Odonata, sin embargo, por la presencia de peces, la depredación es muy alta (Peinador, Mariano 2004. comunicación personal). En el muestreo realizado el 26 de marzo, se observó grupos de peces pequeños relacionados con la vegetación, lo que puede explicar, en parte, la poca presencia de este tipo de organismos en dicho muestreo.

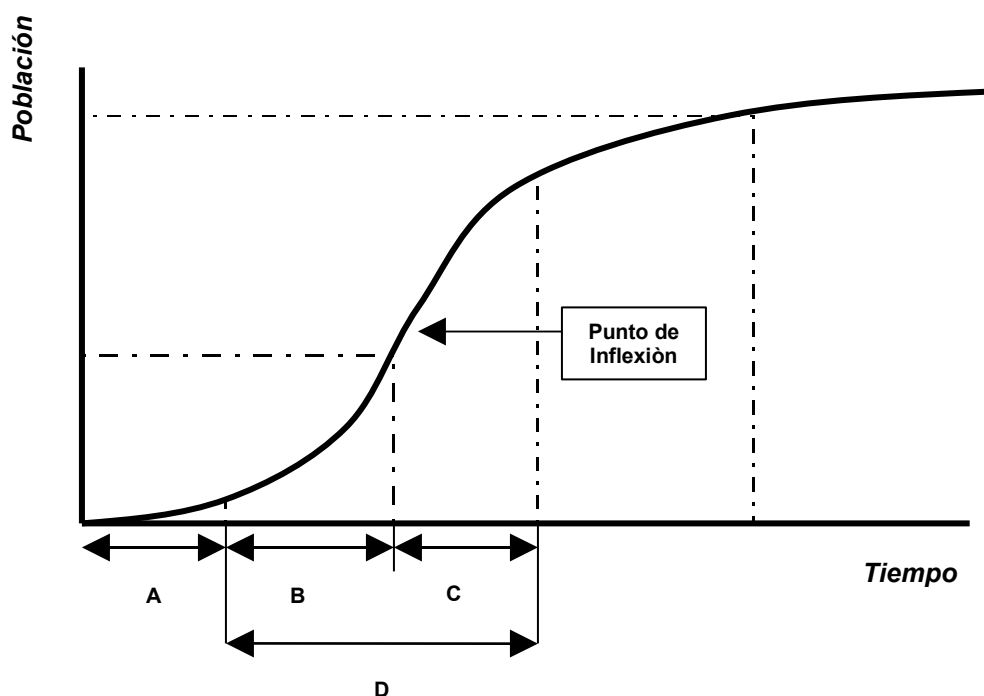
6.4. Evaluación económica del daño ambiental ocasionado al sitio de estudio

En esta oportunidad, la evaluación económica total del daño ocasionado al sitio de estudio, comprende únicamente el costo de recuperación del ecosistema intervenido, más el daño causado a la sociedad, por la pérdida de beneficios que le brinda el aprovechamiento real o potencial de los servicios ambientales que se afectaron con la intervención. Sin embargo, los resultados así obtenidos son una aproximación válida para el establecimiento de negociaciones con los inversionistas que con sus proyectos de desarrollo han ocasionado un daño a los ecosistemas que están bajo la normativa legal que promueve un manejo sustentable de los mismos.

Las cifras se presentan en US\$ dólares. Se ha usado como tipo de cambio para las conversiones el de ¢400/\$, ya que la mayoría de las cifras para este estudio fueron dadas a finales de 2003 y principios de 2004, cuando el tipo de cambio era cercano a esa cifra.

6.4.1. Costo de restauración

El proceso de restauración natural para las poblaciones de peces afectadas, incluye al menos 3 fases: *re población*, *reproducción* y *producción*. La fase de *re población* consiste en un aumento paulatino de individuos sobre todo por inmigración de áreas aledañas (y alguna reproducción inicial). Se sabe que en estos sistemas, la inmigración es un proceso muy dinámico en las áreas de el estero, la desembocadura e inclusive los canales, que afortunadamente en este caso será de gran ayuda para una recuperación natural (Luis Sierra, 2004, com. pers.). En una curva de crecimiento logística, esta fase corresponde al inicio de la curva, el cual es positivo pero lento (A, Gráfico 7).



- A:** repoblación
- B:** crecimiento positivo
- C:** crecimiento negativo
- D:** Fase de crecimiento rápido

Existe un sub-intervalo dentro del área de crecimiento que es donde se puede dar el aprovechamiento. O sea, el aprovechamiento debe realizarse cerca y alrededor del punto de inflexión (arriba o abajo), preferiblemente en la parte superior de la curva (crecimiento negativo) pues así se es conservador en el caso de que las estimaciones poblaciones hayan sido sobre-estimaciones

Gráfico 7.

La siguiente fase, correspondería a la de una reproducción más rápida: los organismos que han llegado, en su momento empezarán a reproducirse. Sus crías, entonces, pasarán a formar parte de la población. En realidad, en general el crecimiento de la curva (o sea, el aumento de la población) obedece a los 2 fenómenos que hemos nombrado: la reproducción y la inmigración. En esta fase,

la aceleración en la reproducción es alta, acercándose al comportamiento de una curva exponencial (fases B). Eventualmente el crecimiento de la población alcanza el punto de inflexión, que es el tamaño de la población donde la aceleración o velocidad de reproducción se detiene y empieza a disminuir, o sea, la población sigue aumentando, pero más lentamente (fase C). El total de la población que aumenta es grande, a pesar de esta disminución en la velocidad de reproducción, debido a que ya hay muchos más individuos en la población. Esta fase es trascendental, pues gran parte de los organismos, que serán los que proveerán las crías para llegar a la restauración, nacen durante este proceso. La vigilancia será fundamental para garantizar que no se pierda este stock que es con el que finalmente se recuperará la población.

La fase de “producción” ocurre en el momento en que la población tiene capacidad de soportar una “cosecha”, o sea, que puede soportar un cierto nivel de extracción de individuos. Esta fase se identifica alrededor del punto de inflexión, o sea, es un pequeño intervalo dentro de la fase D. Por lo general, se tiende a proceder a la producción o cosecha, cuando la población está un poco *sobre* el punto de inflexión. Tanto debajo como sobre el punto de inflexión, la población está en momentos de rápida reproducción. Generalmente, para las poblaciones que se encuentran en este nivel, la extracción es sostenible, pues esta dinámica poblacional podrá rápidamente reponer los individuos extraídos. Si es muy por debajo del punto de inflexión, la población aún no tiene suficientes individuos y la extracción puede producir que haya una merma en el número de adultos que hubieran entrado a la reproducción. Por otro lado, existen posibles problemas en cuanto a la estimación poblacional: si se ha tenido un sesgo y se tiene una sobre-estimación, el realizar la cosecha en el sector que está *sobre el punto de inflexión* permite tener mayor seguridad de no realizar una cosecha que afecte a la población. Al realizar extracciones cuando la población está sobre el punto de inflexión, se mantendrá a la población en crecimiento. De no realizarse extracciones, y según las condiciones constantes (clima, depredación, enfermedades, etc.) la población podría seguir creciendo hasta alcanzar un nivel de saturación, o sea, acercándose la curva a una asíntota, que sería el nivel máximo de crecimiento. Debe anotarse que esta es una visión simplista para poder explicar el fenómeno, pues en realidad las condiciones ambientales tienden a ser más cambiantes que estables, por lo que las características de las poblaciones pueden cambiar: pueden disminuir su capacidad de reproducción (por ejemplo, si no hay suficiente alimento, si hay una abundancia de depredadores o enfermedades, etc.), o por otro lado, puede haber cambios ambientales que favorezcan a la población y su crecimiento máximo posible se aumente (por ejemplo, que se alcancen niveles de temperatura, salinidad u otros más apropiados para la especie o especies en cuestión). En este nivel la reproducción generalmente disminuye (al haber mucho más individuos hay más competencia, menos alimento por individuo, mayor hacinamiento puede favorecer enfermedades, etc.) por lo que la velocidad de reproducción disminuye. Por lo general, no es deseable que una población llegue a estos altos niveles poblacionales. Si se realiza entonces una extracción o cosecha (pesca), la población puede tardarse más en reponerse debido a la reproducción más lenta. Dependiendo de la cantidad extraída, es posible que se vuelva a estimular a la población para entrar en un estadio de reproducción más rápida.

De todas maneras, de la anterior exposición se desprende que debe tenerse una idea del comportamiento de las poblaciones que se desean cosechar, para poder establecer épocas adecuadas de extracción.

Especies Representativas

Mediante la aplicación de cuestionarios complementarios durante el taller (Anexo 7), y a través de la consulta a especialistas en la materia, se ha determinado un grupo de organismos clave sobre los cuales se puede establecer la recuperación del ecosistema.

Se consideró la lista de animales que habitan en los canales y lagunas afectados por la contaminación, citados por todos los habitantes de la zona e investigadores que participaron en el taller (16 habitantes con un promedio de 20 años de residir en la zona y 6 investigadores entre abogados, ecólogos, químicos y estudiantes). Los 5 tipos de animales nombrados con más frecuencia, en orden de importancia se anotan en la segunda columna del siguiente cuadro:

**Cuadro 8. Tipo de fauna acuática más nombrados en los cuestionarios
Por orden de frecuencia al mencionarse**

Importancia	Viven en zona del derrame	Preferidas por pescadores	Más comunes de pesca	Peso en kg pescado en un día promedio	Más común de ver adultos	ESCOGIDAS (por grado de aparición)
1	Tortugas	Róbalo	Guapote	Sábalo	Guapote	Róbalo
2	Camarones	Guapote	Mojarra	Pargo	Mojarra	Guapote
3	Guapotes	Mojarra	Róbalo	Róbalo	Róbalo	Sábalo
4	Lagartos	Pargo	Sábalo	Roncos	Sábalo	Mojarra
5	Róbalos	Sábalo		Guapote	Pargo	

El cuadro también presenta las variables “Preferidas por pescadores”, “Más comunes de pesca”, “Peso en kg pescado en un día promedio” y “Más común de ver adultos” que se obtuvieron de un cuestionario aplicado en el taller, únicamente a los que revelaron que pescan en la zona del derrame (7 en total, que en un 38% lo hacen por alimentación propia, 23% por razones comerciales, 15% por entretenimiento propio, 15% por el turismo, y 8% por estudio). El peso en kg pescado en un día promedio fue contestado por 4 de los pescadores.

Solo se han anotado las 5 o 4 primeras menciones, según la frecuencia de respuesta en cada variable. Con base en estas menciones se han escogido (última columna del cuadro anterior) las especies clave, esto es las más representativas del ecosistema antes del daño, y las más susceptibles de haber sido dañadas.

Se resalta que las opiniones vertidas fueron verificadas en un muestreo de peces realizado el 1 y 2 de abril del 2004 por el profesor del curso de ictiología, Escuela de Biología, UNA. Prof. Rigoberto Víquez y cinco de sus estudiantes (Anexo 10).

De acuerdo al muestreo, para el esfuerzo de pesca realizado, la captura fue poca y fundamentalmente de fauna marina, lo que podría eventualmente indicar una necesidad de repoblación artificial. Pero, además se hace necesario favorecer la recuperación con una veda temporal.

Tiempo y estrategia de restauración

Como los ecosistemas no tenían un estado de conservación óptimo, los costos de recuperación se estiman con relación al período de recuperación del ecosistema, dada la condición antes de la

intervención. Es decir, que lo necesario es alcanzar la situación inicial del estado de conservación del 78.1%.

De las especies capturadas en el muestreo, en su mayoría son especies de peces dulceacuícolas secundarias y periféricas; o sea, son especies de peces que se encuentran en agua dulce, pero que tienen de moderada a alta capacidad para soportar agua salada. Esto nos indica que en el tiempo que ha transcurrido desde el evento de enero de 2003, el restablecimiento de las poblaciones se ha dado, en su mayoría por especies de influencia marina, no así por especies de la división primaria, las cuales incluyen familias y otros grupos de peces estrictamente confinados a las aguas dulces, o sea estenohalinos, que ordinariamente no pueden o no entran al mar (Viquez 2004, Anexo 10).

De acuerdo a las especies seleccionadas, se sugiere una estrategia para la recuperación, basada en un control y protección efectivos. El cuadro siguiente muestra los motivos de la misma:

Cuadro 9. Estrategia de restauración para las especies seleccionadas

Especie	Resultado muestreo	Estrategia sugerida	Acción	Argumento
róbalo	2 pequeños	recuperación natural	veda	Presente en el muestreo
guapote	No se pescó	recuperación intervenida	replamamiento + veda	Ausente en el muestreo. Por ser de agua dulce y de hábitos locales es difícil su replamamiento natural
sábalo	No se pescó	recuperación natural	veda	Ausente en el muestreo, pero por sus hábitos puede repoblarse naturalmente
mojarra	2 pequeños	recuperación natural	veda	Presente en el muestreo aunque es especie de río, hay indicios de recuperación

Se consideró una recuperación natural donde no hay intervención humana más que la del control y protección, excepto para el Guapote, en que además se sugiere un replamamiento artificial. Sin embargo, según las opiniones expresadas en el taller de expertos, se espera que sea amplio el período de recuperación hasta que el ecosistema alcance una estructura lo suficientemente estable como para soportar alteraciones naturales que no lo desequilibren (Cuadro 10).

Cuadro 10. Tiempo de restauración según resultados de taller
En años

Indicadores	Tiempo promedio de restauración
<i>Riqueza biológica</i>	8.3
Visitación turística	4.0
<i>Capturas pesqueras</i>	3.3
<i>Estructura de las poblaciones peces y otros organismos</i>	6.3
<i>Presencia o ausencia de especies indicadoras</i>	4.6
Dinámica social	6.3

Ocho personas respondieron al tiempo de restauración en cada uno de los indicadores generados en el taller. La recuperación de la riqueza biológica puede llevar varios años. Para este caso se consideró un período de 5 años, promedio de los indicadores en cursiva del cuadro anterior.

Al consultar a especialistas sobre el tiempo de recuperación de estas especies, hay un criterio uniforme de que el tiempo de restauración seleccionado es adecuado para las especies escogidas, dado el conocimiento actual de su ciclo de reproducción, patrón de comportamiento, etc.

La estrategia de restauración consiste en ubicar una patrulla con carácter permanente en la zona, para una vigilancia y concientización continua a la población. Aunque existe una veda de 3 meses (Decreto Ejecutivo N°31077 del 27 de marzo 2003), la vigilancia y control actual durante la veda es similar al resto del año y se limita a la atención administrativa de licencias y permisos. Por lo tanto, el control y vigilancia debe hacerse dinámica, con presencia en el sitio, y con un adecuado seguimiento y monitoreo sobre los pescadores.

Los costos de restauración van a consistir de: costos de control y protección dentro del sitio de estudio y costos de repoblación del Guapote. Seguidamente se presenta la estimación de ambos costos:

Costos de control y protección dentro del sitio de estudio

Dado que existe un costo de control y protección que se realiza independientemente del daño que se ocasionó, es necesario estimar los costos incrementales que deberán ser compensados por el causante del daño, debido a que será requerido ampliar el período de control y protección por el tiempo esperado de restauración del ecosistema dañado. Este período de vigilancia deberá continuar durante todo el período de restauración para que se garantice la recuperación del stock pesquero y la capacidad del sitio afectado para brindar los flujos requeridos.

Actualmente, la institución que realiza las labores de control y protección es el Ministerio de Ambiente y Energía a través del Área de Conservación La Amistad-Caribe (ACLA-C - MINAE). Sin embargo, no hay puesto de control establecido en la zona y el personal actual de ACLA-C no puede atender la zona del daño con dedicación exclusiva y permanente.

Por esta razón se sugiere la creación de una patrulla que se encargue de la vigilancia y control permanentes, que tenga un adecuado monitoreo de pescadores, y colabore en la formación de una conciencia ambiental en todos los moradores de la zona de influencia. La estimación propuesta de costos incrementales se presenta en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Gastos en control y protección en el sitio de estudio
Cifras en US Dólares

<i>Insumo</i>	<i>U. de M.</i>	<i>Q</i>	<i>Precio</i>	<i>V.Útil</i>	<i>Gasto anual</i>
GR operador eq. Móvil	funcionario	2	7,214		14,428
Jefe de Puesto	funcionario	1	7,386		7,386
Gastos op. menores por funcionario		1	2,657		2,657
Lancha fibra vidrio 18 pies	unidad	1	4,000	5	800
Motor fuera de borda 40 hp	unidad	1	2,938	5	588
Equipo personal de guardaparques	unidad	3	400	5	240
Gastos mantenimiento		1	367		367
Gasto combustible	galones/año	3,650	0.18		657
TOTAL					27,123

FTE: Parámetros de: Vega y Barrantes. Planificación para el Área de Conservación Osa. IPS. Oct. 2003.

La patrulla estaría compuesta por 3 integrantes con roles de horario 10-4, como es común en el MINAE. Habría un jefe de puesto y dos guardarecursos operadores de equipo móvil. Se movilizarían por lancha fundamentalmente. Se ha estimado además el gasto normal para que cada funcionario pueda desempeñar su trabajo, así como el equipamiento. Se ha anualizado el gasto para obtener el gasto que por año implica el mantenimiento de dicha patrulla de control y vigilancia.

Seguidamente se amplía la explicación sobre los insumos del cuadro anterior:

- GR operador eq. Móvil: Salario anual promedio en un área de conservación típica que considera salario base, zonaje, desarraigo, cargas sociales, salario escolar, aguinaldo
- Jefe de Puesto: Salario anual promedio en un área de conservación típica que considera salario base, zonaje, desarraigo, cargas sociales, salario escolar, aguinaldo
- Gastos op. menores/funcionario: Promedio obtenido para un área de conservación típica (ACOSA) que incluye materiales de limpieza, productos alimenticios, papelería, servicios de electricidad, telecomunicaciones, servicios de alimentación, contrataciones para capacitaciones, etc. A esto se agrega un monto adicional fundamentado alquileres del espacio (bodega, dormitorio, etc.)
- Lancha fibra vidrio 18 pies: Precios consultados en ACOSA y dolarizados No se supone valor de rescate.
- Motor fuera de borda 40 hp: Precios consultados en ACOSA y dolarizados No se supone valor de rescate.
- Equipo personal de guardaparques: Precios consultados en ACOSA y dolarizados No se supone valor de rescate.
- Gastos mantenimiento: 5% del valor del equipo nuevo como monto anual.
- Gasto combustible: 10 galones por día promedio durante 365 días

De esta manera se puede calcular el costo de restauración de acuerdo al calendario de esfuerzo de vigilancia y control propuesto:

Cuadro 12. Estimación del costo de restauración basado en el costo de control y protección que se esperarían realizar de acuerdo al gasto estimado (Cifras en US Dólares)

Año	Esfuerzo de veda	Costo anual	Costo Anual Ajustado
1	100%	27,123	20,342
2	100%	27,123	20,342

3	100%	27,123	20,342
4	100%	27,123	20,342
5	100%	27,123	20,342
6	0%	-	-
Valor Actual de los costos			77,111.71

Se ha ajustado el costo anual pues hay 3 meses de veda⁷ en la que el MINAE tiene la responsabilidad de hacerla cumplir y no se puede imputar ese costo al causante del daño.

También se debe hacer notar, que en los últimos años del tiempo destinado a la recuperación, aunque ya el sistema haya recuperado parcialmente y se permita la pesca, la patrulla seguiría manteniendo el control de volúmenes de pesca, de métodos de pesca, etc.

Por otra parte, la acción de dicha patrulla solamente sería financiada por el causante del daño, durante el tiempo que se ha establecido como apto para la recuperación de las especies escogidas.

Costo por repoblación de Guapote

Como se señaló en el apartado sobre la estrategia de restauración, para el Guapote se requiere una repoblación asistida a fin de favorecer su recuperación.

Se ha estimado mediante sistemas de información geográfica (SIG) el área de los espejos de agua afectados por la contaminación, basado en la ruta de testimonios de afectación (ver Figura 2), con base en las Hojas Topográficas Parismina (3546 IV) y Matina (3546 III) del Instituto Geográfico Nacional. Dicha área es de 152 hectáreas.

De acuerdo a la estrategia sugerida por Otárola, 2003 a los funcionarios de ACLA-C, la repoblación sería en 25 hectáreas de la Laguna Madre de Dios y 25 hectáreas en la Laguna Santa Marta. Proponen la recuperación en esos sectores aunque el área es mayor

“por recomendación de Otárola (2003) y en atención a las investigaciones realizadas por diversos autores en relación con el manejo de la especie (Moya 1979, Gunther 1988, Cabrera et al 1988, Umaña 1994, Oro 1994, Hernández 1997).”⁸

En conversación con Jorge Gunther⁹, se determinó que se puede usar una densidad similar a la que él utiliza en condiciones artificiales, para la repoblación en las Lagunas, misma que es de 200

⁷ Respecto a los periodos de veda dice el Artículo 20, inciso e) del Decreto N° 31077-MINAE (de regulaciones para la caza menor y mayor y pesca continental e insular La Gaceta n°61 del 27/3/03):

“e) De todas las especies de peces de agua dulce en todos los ríos incluyendo sus afluentes, lagos y lagunas (exceptuando lo establecido en el inciso c y d de este artículo), entre el 1 de setiembre y el 30 de noviembre inclusive. Fuera de ese plazo se podrá pescar con un límite de 5 piezas con un tamaño mínimo de 25 cm. de longitud, por persona con licencia por día. Se exceptúa el tepemechín (*Agonostomus monticola*), para el cual no se establece límite de longitud y gaspar para el cual se fija un tamaño mínimo de 60 cm.”

⁸ Campbell, Obando y Pacheco. 2003. Valoración Económica de Daño Ambiental sectores canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta ocurrido en enero del 2003. ADENDUM solicitado por el Tribunal Ambiental Administrativo (folio 45). Las citas señaladas por estos autores están debidamente referenciadas en el folio 45 del expediente del Tribunal.

⁹ Científico de la UNA, estudioso del Guapote en Costa Rica. Comunicación personal el 14 de abril de 2004. En condiciones artificiales en estanques para crianza él utiliza la relación de 200 alevines por hectárea, para engorde, con adición de alimento. En 6 meses de crecimiento están en capacidad de su primera reproducción.

individuos por hectárea. En el caso de que este número representara una eventual sobrepoblación, por sus hábitos piscívoros, estos organismos tienen la capacidad de autorregularse. El costo se establece según la consulta que realizaron los investigadores de ACLA-C en Incopescas, de U\$0.845 (¢327.00 en mayo 2003) por unidad. La Universidad Nacional vende a aproximadamente ¢400.00 (U\$0.93 al tipo de cambio actual (429 colones por dólar) cada organismo adulto.

Cuadro 13. Estimación del costo de restauración basado en la repoblación de Guapote

Área (hectárea)	Individuos/Hectárea	U\$/Padrote	Total U\$
50	200	0.845	8,450

Según datos de Incopescas

El costo total de restauración asciende a U\$ 85,561.

6.4.2. Costo social

Con base en el estudio precedente de los resultados del taller de expertos, se determinó que el costo social estaría dado por la pérdida de producción pesquera y turística.

Costo por ingresos perdidos en actividad pesquera

Por el daño ambiental, el ecosistema, representado por las especies seleccionadas, gradualmente se repondría de acuerdo a la restauración de sus poblaciones. La restauración de la actividad pesquera, de modo que no atente con la recuperación de la zona de reserva, se establece como aparece en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Disminución de la producción (pesca) en porcentaje

Categoría Comercial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Pesca diaria promedio por pescador, en kg antes de enero 2003*
róbalo	100%	100%	75%	50%	25%	0%	23.7
guapote	100%	100%	75%	50%	25%	0%	7.3
sábalo	100%	100%	75%	50%	25%	0%	100
mojarra	100%	100%	75%	50%	25%	0%	7.3

*NOTA: Obtenido como promedio de lo expresado por los 4 pescadores entrevistados en el taller de expertos (pregunta 14 para momento anterior al daño) para una especie.

Es criterio del equipo científico evaluador, que la recuperación de las especies requiere un cuidado especial en los 2 primeros años. Los ciclos de reproducción conocidos de estas especies son mayores a 8 meses, tiempo hasta el cual se estaría dando la primera generación de crías. Luego, paulatinamente se va permitiendo un aumento de la pesca. La patrulla puede utilizar, como referencia, el dato que se agregó en la última columna del cuadro anterior para el control que ejercería.

Para la estimación de la compensación social, por la pérdida de beneficios en la actividad pesquera, se ha considerado lo siguiente:

- La cantidad de pesca perdida por los pescadores debido al daño (pesca antes del daño menos pesca posterior al daño): Obtenida de la pregunta 14 del cuestionario aplicado a los pescadores en el taller.

- Los precios promedios del cóctel típico pescado: “El valor comercial promedio del cóctel de esa biomasa es de 800 colones el kilogramo, según información recopilada en el Taller de Trabajo, de INCOPECA y corroborada por Otarola (2003) e Infoagro (2003).”¹⁰ Convertido a US\$ al tipo de cambio de 400 colones/dólar.
- Los días promedio de pesca al año: que típicamente es de 3 veces por semana para pescadores comerciales, durante los 9 meses en que no hay veda de acuerdo al Decreto Ejecutivo No. 2886-A del 23-03-1973.
- La cantidad de pescadores: Incluye la pesca de subsistencia. Dato adaptado de Campbell y otros, 2003. Por consultas en el taller de expertos se ha asumido que gran parte de los pescadores comerciales son familias de la zona de influencia. El dato utilizado incluye la pesca comercial y de subsistencia.

De acuerdo a los elementos anteriores, el costo de un año, esperado por la pérdida de beneficios a la población de pescadores, es de US\$44,471 aproximadamente (Cuadro siguiente)

Cuadro 15. Estimación de la pérdida de beneficios en el primer año por la disminución en la producción pesquera

	Antes del Daño	Primeros meses posteriores al daño	Pesca perdida
Cantidad típica diaria pescada en kg (agregado especies) / pescador:	13.4	3.3	10.1
Precio del coctel (\$/kg)			2
días de pesca al año			80
Cantidad de pescadores			60
Costo esfuerzo de pesca diario			10.9
TOTAL (US\$ dólares)			44,471

Este valor se debe aplicar a los otros años considerando:

- El esquema de producción pesquera que eventualmente se establecería (Cuadro tras anterior)
- Una tasa de descuento de 10% (de acuerdo con las tasas usadas por el Banco Mundial para Costa Rica en proyectos de inversión)

Así determina el costo social por daño a los pescadores:

Cuadro 16. Estimación de la pérdida de beneficios por la disminución en la producción pesquera

Año	% compensado	Costo anual	Costo Anual Ajustado
1	100%	44,471	44,471
2	100%	44,471	44,471
3	75%	44,471	33,353
4	50%	44,471	22,235
5	25%	44,471	11,118
6	0%	44,471	-

¹⁰ Campbell, Obando y Pacheco, 2003.

Valor Actual de los costos			124,329.86
----------------------------	--	--	-------------------

Costo por ingresos perdidos de turistas

El aprovechamiento turístico es fundamentalmente por el servicio de transporte (de 5 personas que respondieron las encuestas, 4 brindan este servicio y 1 da servicio de restaurante). Dichos encuestados tienen, en promedio 10.4 años de dedicarse a esta actividad. En la gira realizada el 11 de febrero del 2004 por representantes de la comisión y el grupo de apoyo, no se detectaron otros restaurantes u otros servicios al turista.

Con base en dicho cuestionario se determinó el ingreso promedio semanal por turista. En las preguntas 11 y 12 se les preguntó sobre la cantidad de turistas (nacionales y extranjeros) que transportan, y los ingresos que esto significa (pregunta 11); y sobre la cantidad de turistas y los ingresos brutos que esto significa en la atención del restaurante. Los entrevistados dieron los datos como un promedio por semana.

Con estos datos (Anexo 11) se calcula el ingreso medio por turista por semana para cada encuesta, y de ellos el promedio para todos los entrevistados y para ambos servicios, como presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 17. Ingresos promedio obtenidos en la zona por la visitación turística

Item	Antes del Daño
Transporte semanal a turistas por bote:	
nacionales	18
extranjeros	31
ingresos semanales por un turista nacional en US\$	6.0
ingresos semanales por un turista extranjero en US\$	40.0
Servicio de restaurante:	
nacionales	200
extranjeros	75
ingresos semanales por un turista nacional en US\$	2.5
ingresos semanales por un turista extranjero en US\$	5.7
Ambos servicios:	
ingresos semanales por un turista nacional en US\$	8.5
ingresos semanales por un turista extranjero en US\$	45.7

Considerando que casi la totalidad de los turistas transportados visitan el restaurante, se puede estimar la reducción en turismo causada por el daño ambiental:

Cuadro 18. Reducción en la visitación turística semanal

Visitación turística	Antes del daño	Primeros meses después del daño	Reducción neta
nacionales	200	50	150
extranjeros	75	80	-5

Aplicando los ingresos por turista por semana a la reducción neta en turistas, y multiplicando por 52 semanas que tiene el año, se obtiene la pérdida neta por reducción de visitación turística:

Cuadro 19. Pérdida en primer año por reducción de la visitación turística

Visitación turística	Ingreso por turista/semana en US\$	Reducción en visitación	Semanas al año	Pérdida en US por visitación
nacionales	8.5	150	52	66,300.00
extranjeros	45.7	-5	52	(11,873.33)
TOTAL				54,427

Finalmente, en el taller de expertos se determinó un plazo de 4 años (Cuadro 10), para la recuperación en la visitación turística. En el supuesto de que la recuperación es lineal, se obtiene el costo total en valor actual, de la pérdida en la zona por reducción en la visitación turística:

Cuadro 20. Estimación de la pérdida de beneficios por la disminución en la visitación turística

Año	% compensado	Costo anual	Costo Anual Ajustado
1	100%	54,427	54,427
2	75%	54,427	40,820
3	50%	54,427	27,213
4	25%	54,427	13,607
5	0%	54,427	-
Valor Actual de los costos			112,953.64

El porcentaje compensado representa la compensación necesaria al sector, para cubrir las pérdidas. En la medida que se va recuperando la visitación a los niveles anteriores, se va reduciendo el porcentaje necesario a compensar.

6.4.3. Costo total del ecosistema por el daño ambiental

De acuerdo con los resultados del estudio, el costo total del daño ocasionado corresponde a la suma del costo de recuperación más el costo social correspondiente. De acuerdo a los datos del Cuadro 21, el costo total es de U\$322,845, de los cuales U\$85,561 corresponden al costo de restauración y U\$237,284 a la compensación social por pérdida de beneficios en las actividades pesquera y turística.

Cuadro 21. Valoración económica del daño ocasionado

Costos	Monto (Millones de colones)
Costo de recuperación	85,561.32
Costo social	237,283.50
Total	322,844.82

Fuente: Elaboración propia

6.4.4. Costo de la Evaluación del Daño

El proceso para determinar el daño ambiental en si mismo, ha significado el empleo de recursos (tiempo, materiales, etc.) por parte de muchas personas de diferentes instituciones. Durante todo el proceso de evaluación se ha requerido la participación de muchas personas, que lo han hecho sin ningún interés económico, solo por la voluntad de entregar información lo más confiable posible, para que las autoridades tomen la mejor decisión.

Toda esta gestión no hubiese sido necesaria de realizar, si el daño no se hubiese producido. A razón de valorar el costo del presente estudio, se determina que la parte intelectual del desarrollo del documento equivale al trabajo de 4 consultores, un cuarto de tiempo cada uno, durante tres meses. A un valor de US\$2,000 el mes consultor, resulta un valor total de US\$6,000.

Si a eso agregamos los costos en viáticos, combustible del equipo móvil y papelería, que se sufragaron con las donaciones recibidas y que asciende a la suma de US\$1,692, se tendría un costo total del estudio de **US\$7,692**.

7. Conclusiones

De acuerdo a los resultados del estudio, el sitio ha sido afectado en el tiempo por lo que fue necesario establecer un indicador del estado de conservación. De acuerdo a los datos obtenidos el **estado de conservación**, previo al evento de enero del 2003, se estimó en un **78.10 %**, lo que indica que existía un deterioro equivalente al 21.9% que no es asociado al causante del daño.

Para conocer el estado de conservación final (después del evento de enero de 2003) se estableció un **índice del nivel de afectación**, que según los resultados fue de **78.40%**, lo que indica que no desapareció toda la capacidad productiva del ecosistema afectado. Esta afectación provoca que el **estado de conservación** se disminuya con la alteración en un **61.2%** (índice de afectación real), lo que permite establecer un **estado de conservación final** en un nivel de **16.9%**. Es decir, que el sistema natural fue drásticamente afectado.

El tiempo estimado para recuperar el estado de conservación inicial fue de **5 años** para la actividad pesquera y de **4 años** para la actividad turística.

Dada la afectación provocada, se hizo la estimación de los costos económicos asociados durante el tiempo de restauración, que incluyen costos de restauración del ecosistema afectado y los costos sociales por la compensación a los vecinos debido a la disminución en la producción pesquera y a los ingresos por actividades turísticas. De acuerdo con los resultados, se estimó un costo de restauración de **US\$85,561**. El costo social, basado en la pérdida de beneficios por las actividades pesquera y turística ascendió a **US\$237,284**. El gran total estimado es de **US\$322,845** para el tiempo de restauración estimado.

Además del Costo Total ocasionado por el daño, la gestión que tuvo que realizarse para poder obtener una estimación del valor del mismo, tuvo un costo de **US\$7,692**, que se sufragó en la parte logística y de análisis de muestras, mediante donaciones de dinero, en la parte de uso de equipo, por el préstamo de lanchas, GPS, equipo de muestreo, computadoras, etc. y en la parte intelectual, con el trabajo *ad honorem* de todos los implicados en esta evaluación.

8. Recomendaciones

Dada la magnitud del daño ambiental identificado, se recomienda realizar las actividades pertinentes de control y protección para restaurar el recurso.

Para cumplir con el propósito anterior, será necesario utilizar los recursos estimados como costos de restauración en las actividades de repoblamiento, control y protección, durante el período estimado de restauración. Para tal fin sería conveniente definir una figura de administración financiera donde se especifiquen los destinos de los recursos, por ejemplo el fideicomiso.

Con relación a los costos de compensación social que se estimaron, será necesario definir una estrategia de distribución de los recursos financieros para que los perjudicados realmente sean compensados. Lo anterior es pertinente dado que la población afectada cuenta con posibilidades de sustituir sus actividades fuertemente limitadas

Respecto a los costos de la evaluación, se hace hincapié en la necesidad de establecer un fondo financiero para la realización de futuros trabajos de esta índole, ya que, en este caso se contó con el apoyo de muchos profesionales que trabajaron *ad honorem* y con la colaboración financiera de organizaciones ambientalistas, situación que no necesariamente se pueda repetir en el futuro.

Es prudente ir incluyendo en los casos de daño ambiental, no solamente la idea y costos para la restauración. Muchos eventos pueden suceder, así que es importante el desarrollar igualmente un programa de seguimiento.

Literatura Citada

- Barrantes, G.y M.I. Di Mare. 2001. Metodología para la Evaluación Económica de Daños ambientales en Costa Rica. Documento preparado para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. 54p
- Bussing, W.A. 1993. Fish communities and environmental characteristics of a tropical rain forest river in Costa Rica. Rev. Bio. Trop., 41 (3): 791-809. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Bussing, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Segunda edición. San José, Costa Rica, 11 pp.
- Campbell, Obando y Pacheco. 2003. Valoración Económica de Daño Ambiental sectores canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta ocurrido en enero del 2003. ADENDUM solicitado por el Tribunal Ambiental Administrativo (folio 45).
- Cotto S. Alejandro. 2001. Guía de identificación de Peces Marinos del Mar Caribe de Nicaragua. Nicaragua (DIPAL), 14pp.
- Holdridge, Leslie. 1979. Ecología basada en Zonas de Vida. IICA. 1° Ed. Revisada. San José, Costa Rica.
- IFAM. 2003. Regiones y cantones de Costa Rica. Dirección de Gestión Municipal. Sección de Investigación y Desarrollo. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM).
- MINAE. 2000. Estrategia nacional de conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Ministerio del Ambiente y la energía del gobierno de Costa Rica. Imprenta Lil, Costa Rica. 82p.
- OPS. 2000. Indicadores básicos de salud. Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- Perry, J.A. II and A.D. Perry (1974): Los peces comunes de la costa atlántica de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Fac. Cien. y Letras, Dpto. Biología, Ser.Cien. Nat., 7: 225 PP.
- Yesaki, M & M. Giudicelli. 1971. Resumen de las operaciones de pesca exploratoria del R/V Canopus en el mar Caribe occidental. Proyecto Regional de Desarrollo Pesquero en Centroamérica. Roma, 98 p.

Comunicaciones personales

- Belinda Dick. 2004. Estudiante Maestría UCR: Gestión Integrada Áreas Costeras Tropicales. Universidad de Costa Rica Bachiller en Ecología Marina. E-mail:leatherbacks@aol.com
- Jorge Gunther. 2004. Biólogo. Escuela de Biología, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Luisa Castillo. 2004. Bióloga. Instituto Regional de Sustancias tóxicas (IRET), UNA. Telefonos 277-3584 o 277-3501; e-mail: lcastillo@una.ac.cr
- Luis Sierra. Dr.en Biología Marino y perito en recursos del pesca del Caribe y Escuela de Biología y Vicedecano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional (UNA). E-mail: lsierra@una.ac.cr
- Peinador, M. 2004. Biólogo. Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)
- William Bussing. 2004. Ictiólogo. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 207-5446; e-mail: wbussing@biologia.ucr.ac.cr

ANEXOS

ANEXO 1: Información sobre el caso difundida en medios de comunicación escrita

1.1- La Prensa.Web

1.2- La Nación, jueves 29 de mayo 2003

ANEXO 2: Resoluciones dictadas por el Tribunal Ambiental Administrativo del Ministerio del Ambiente y Energía a la "Comisión de Peritos para la Valoración del Daño Ambiental de los Sectores Canal Battan, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta".

2.1 Resolución No. 1240-03-TAA del Tribunal Ambiental Administrativo del Ministerio del Ambiente y Energía, mediante la cual nombra a la "Comisión de peritos para la Valoración del Daño Ambiental de los Sectores Canal Battan, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta"

2.2 Resolución 166-04-TAA del Tribunal Ambiental Administrativo del Ministerio del Ambiente y Energía, en la que determina la ampliación del plazo al 16 de abril del 2004

ANEXO 3: Lista de Miembros de la comisión de Peritos para el desarrollo del caso de "Valoración del Daño Ambiental de los Sectores Canal Battan, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta" Expediente No. 11-03 TAA.

ANEXO 4: Grupo de Apoyo a la Comisión de Peritos

ANEXO 5: Carta de invitación para participar en el Grupo de Apoyo

ANEXO 6: Actas de las Reuniones de la Comisión de Peritos

ANEXO 7: Planificación del Taller de Consulta para la Evaluación Económica del Daño Ambiental de los Sectores Canal Battan, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa Marta, realizado en el Centro de Capacitación de Recope, Moín, Limón, 13 febrero 2004.

7.1. Carta de invitación para participar en el Taller de Consulta realizado en el Centro de Capacitación de Recope, Moín, Limón, 13 febrero 2004.

7.2 Lista de personas identificadas e invitadas para participar en el Taller de Consulta realizado en el Centro de Capacitación de Recope, Moín, Limón, 13 febrero 2004.

7.3. Agenda del taller

7.4. Personas que asistieron al Taller de Consulta y lista con la firma de asistencia.

7.4.1 Lista Lista de personas que asistieron al taller

7.4.2. Lista de firmas de asistencia

7.5. Ficha técnica utilizada en el taller

7.6 Cuadros de Trabajo utilizados para el desarrollo de la Evaluación Económica del Daño Ambiental

ANEXO 8: Reseña informativa sobre el Clorotalonil

ANEXO 9: Gira de muestreo de sedimentos, agua y macroinvertebrados el 26 de marzo del 2004

9.1 Propuesta elaborada por el Dr. Clemens Ruepert

9.2 Informe Preliminar de resultados

ANEXO 10: Datos del muestreo de peces realizado el 1 y 2 de abril de 2004

10.1.Lista de organismos capturados

10.2. Resultados del muestreo de peces

10.3 Informe presentado

ANEXO 11: Resultados del Taller de Consulta

11.1. Resultados del análisis con la metodología EVEDA para determinar grado de afectación y tiempo de restauración

11.2 Resultados de las encuestas realizadas durante el taller con base en la Ficha Técnica