

## *Evaluación Económica del daño ambiental causado por los incendios forestales en Costa Rica*

M.Sc. Edwin Eduardo Vega Araya<sup>1</sup>

**Octubre 2004**

---

### **RESUMEN**

*El presente artículo analiza la experiencia de aplicación de una metodología para evaluar el daño ambiental y su aplicación al caso de los daños ambientales causados por incendios forestales.*

*El Sistema Nacional de Áreas de Conservación se esforzó en sistematizar la evaluación económica de daños a través de una metodología que implementaran sus funcionarios. Se desarrolló una metodología (Barrantes y Di Mare, 2001) que se encuentra en etapa de divulgación e implementación.*

*Con ella se han valorado importantes y sonados casos, en los cuales se ha tenido un éxito en el convencimiento de autoridades judiciales, actores e involucrados. Entre estos casos se cuentan el de la Dos Pinos, del Ingenio Taboga, Resolución Ministerial en Ecuador, La Standard Fruit Co., y el RNVS Caño Negro.*

*Consiste en dos fases: - Identificación y determinación del alcance del daño (cambio en el estado de conservación de los recursos afectados, tiempo estimado de restauración, etc.); y - Estimación del valor económico de ese mismo daño. Se vale de giras de campo, taller de expertos, revisión de documentos e investigaciones, etc. como fuente de información.*

*El costo total del daño consiste en:*

*Costo de restauración del ambiente afectado*

*Compensación social por los beneficios perdidos: Se procura compensar al afectado, por lo menos, durante el período que tarda la restauración del ambiente dañado.*

*Otros costos asociados: El valor de los estudios requeridos, costos de laboratorios, costos de gastos de atención del siniestro, etc.*

*Se presentan dos casos de valoración de daño por incendios forestales en los que se aplicó la metodología, Palo Verde y Caño Negro. Estos estudios son pioneros y por ende susceptibles de mejorar con ejercicios posteriores, para incorporar más elementos que la misma metodología sugiere.*

---

<sup>1</sup> Consultor de la Fundación IPS (<http://www.ips.or.cr>). El artículo ha sido preparado basado en la Metodología para valoración del daño ambiental del SINAC (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., y en las experiencias derivadas de su aplicación.

## INTRODUCCIÓN

La riqueza natural de Costa Rica la 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 sus recursos es un elemento clave para la conservación de los procesos fundamentales a nivel global. Costa Rica es uno de los destinos naturales por excelencia gracias a sus singulares características biofísicas, así como la naturaleza y la belleza escénica.

Dentro del esquema de desarrollo adoptado, todavía se realizan, y en algunos casos incluso se permiten, gran cantidad de actividades que producen daños ambientales a nuestros recursos; algunas se han logrado tipificar en nuestro marco jurídico como “delitos ambientales”. Sin embargo, no todas las acciones que pueden causar daño ambiental han sido debidamente identificadas, reconocidas y tipificadas en el derecho costarricense.

Parte importante de la población no reconoce el valor económico y social de la preservación de los recursos naturales y los ven como un obstáculo a obtener beneficios económicos de actividades productivas, por lo que realizan actos que producen daños a la naturaleza y a los beneficiarios de los servicios ambientales de la misma.

La evaluación económica del daño es un esfuerzo más que se emprende para lograr un adecuado balance entre conservación, desarrollo y uso sostenible de recursos. En Costa Rica se han realizado desde hace algunos años valoraciones de daños ambientales, sin ser estos esfuerzos sistemáticos, sino que respondían a requerimientos de instancias judiciales de algunos casos específicos. Pero dichos requerimientos judiciales han aumentado con el auge que ha tomado el tema de conservación, turismo ecológico, servicios ambientales, agua, etc.

Por este motivo el Sistema Nacional de Áreas de Conservación se esforzó en sistematizar la evaluación económica de daños a través de una metodología que implementarían sus funcionarios. Se desarrolló una metodología (Barrantes y Di Mare, 2001) que se encuentra en etapa de divulgación e implementación.

Este artículo trata de la aplicación de la misma en daños causados por incendios forestales. Primeramente se describen los rasgos esenciales de la misma, su relación con otras metodologías y casos evaluados de gran magnitud. Luego se presentan los hallazgos en su aplicación al caso específico de los incendios forestales.

## METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL DAÑO EN COSTA RICA

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.

Según Gómez (1994) las posibles acciones a tomar ante los daños comprenden dos opciones: preventivas y curativas, a las que se puede agregar una tercera, la de mitigación. Los dos casos últimos (curativa y de mitigación) atienden aquellos impactos no corregibles mediante las actividades de prevención.

En términos generales el *daño ambiental* representa la diferencia entre la situación *con* intervención y *sin* ella, lo que obliga a conocer la condición del factor *antes* y *después* de la afectación.

La evaluación económica 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. Los recursos naturales producen bienes y servicios que son disfrutados por la sociedad y el *daño social* se refiere a la pérdida del disfrute de esos bienes y servicios ya que el daño destruyó el recurso que los origina.

El análisis de estos dos elementos permite una mayor comprensión de la magnitud del problema ambiental ocasionado, con lo que posibilita su evaluación económica.

Para establecer el *daño biofísico* es necesario determinar el tipo de alteración ocasionado 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 y la evaluación. También es necesario identificar las actividades de restauración necesarias para llevar a dicho recurso natural a su estado de conservación inicial (o sea, *antes* del daño) y los costos asociados. Estos dos aspectos representan el agregado de *daño social* que es imputable al *daño ambiental* ocasionado.

La metodología presente está directamente relacionada con los dos anteriores tipos de daño y lo hace en dos etapas: 1) Estimación del daño ocasionado; 2) Valoración monetaria del mismo.

### **Estimación del daño ocasionado**

Para ello se recurre a información científica, testimonial, visitas de campo, etc. En primera instancia se debe determinar qué fue lo que pasó y delimitar con exactitud el área de afectación.

Típicamente, al aplicar la metodología se revisa los expedientes del caso en juzgados o tribunales de justicia (si los hay); se entrevistan a testigos, y se realiza una GIRA DE CAMPO.

Posteriormente se recaba información científica sobre el sitio afectado (el uso del suelo, los recursos existentes en el sitio o directamente relacionados con los mismos, vida silvestre, importancia ecológica, etc.). También se recaba información sobre el agente causante del daño y las consecuencias del mismo, en calidad y cantidad.

El análisis del caso se apoya en matrices adaptadas para hacer el análisis presentadas en la metodología (Barrantes y Di Mare, 2001)

Normalmente la información científica sobre el sitio específico no es suficiente, por lo que se recurre a un TALLER DE EXPERTOS para establecer una estimación del daño cualitativa. En dicho taller se reúne a 4 grupos diferentes de "expertos": 1) Personas encargadas de la protección de esos recursos naturales; 2) Personas testigos del hecho causante del daño, que den información de qué fue lo que pasó y la magnitud del hecho; 3) Investigadores y científicos ya sea que hayan realizado investigaciones en la zona o con los recursos naturales del tipo de los afectados por el daño; 4) Representantes de organizaciones comunales e instituciones (para captar el componente del *daño social*).

En el taller se definen criterios para establecer la importancia del sitio afectado y el potencial ecológico del mismo. Además se genera una rica discusión para establecer indicadores para evaluar el *estado de conservación*<sup>2</sup> tanto inicial como final. Dichos indicadores se ponderan de acuerdo a una consensuada importancia relativa y se califica el estado de conservación de cada indicador.

De igual forma se califica el nivel de afectación al ambiente, de donde se deriva el estado de conservación final. La diferencia entre el estado de conservación final y el inicial es el *nivel de daño ocasionado*. Con éste método no se le atribuye al causante del daño mayores responsabilidades de las que le compete. El grado de deterioro que tenía un recurso antes de la acción que causa el daño (estado de conservación inicial bajo) no se le atribuye al responsable de dicha acción.

## **Valoración monetaria del daño ocasionado**

El costo total del daño consiste en:

- Costo de restauración del ambiente afectado: Se procura restaurar el ambiente hasta el nivel en que se encontraba antes del daño.
- Compensación social por los beneficios perdidos: Se procura compensar al afectado, por lo menos, durante el período que tarda la restauración del ambiente dañado.
- Otros costos asociados: Costos de gestión como el valor de los estudios requeridos, costos de laboratorios, costos de logística, etc.

### **Costo de Restauración**

Se debe procurar la restauración<sup>3</sup>, 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.

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. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, y éstos 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.

Normalmente se aprovecha el TALLER DE EXPERTOS para identificar estas actividades de restauración, los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para ejecutarlas, así como el tiempo durante el que se deben ejecutar (y la intensidad). El evaluador posteriormente investiga sobre los precios de dichos recursos y procede a determinar los costos de estas actividades en valor presente (aplicando técnica del descuento).

### **Costo social**

La alteración que causan las actividades humanas al medio natural, no sólo afecta el medio físico sino también el medio social. Con relación al daño social, este se manifiesta en la pérdida de beneficios, debido a que el capital natural provee una serie de flujos que aprovecha la sociedad para el

---

<sup>2</sup> Se refiere al grado de mantenimiento de los procesos, o sea, a la condición del factor en relación con 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.

<sup>3</sup> 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, etc.

mejoramiento de su bienestar. Esto explica la necesidad de establecer una compensación equivalente a la pérdida de beneficios ocasionada con la afectación de recursos naturales.

Para estimar dicha compensación es necesario identificar, de manera precisa, los beneficios sociales que se ven afectados por la alteración del recurso natural. Dichos beneficios están determinados por la cantidad y calidad de los flujos que provee el medio natural. Esto también se discute y establece en el TALLER DE EXPERTOS a fin de facilitar la valoración del evaluador.

En Barrantes y Di Mare, 2001, se identificaron siete beneficios ambientales típicos que se pueden encontrar en los recursos naturales (parcial o totalmente): flujo de materias primas, flujo de productos de consumo final, seguridad en el abastecimiento futuro de bienes y servicios ambientales, esparcimiento, desarrollo espiritual, protección física y protección a la salud. Para efectos de estimar el daño social debido a la alteración de recursos naturales por acciones humanas, se proponen cuatro agrupaciones de beneficios perdidos:

- 1) Materias primas y productos de consumo final
- 2) Protección y seguridad en el abastecimiento de bienes y servicios finales
- 3) Protección a la salud
- 4) Esparcimiento y desarrollo espiritual

El 1) consiste en el valor monetario (precio por cantidad) de las materias primas y bienes de consumo final perdidos. Por ejemplo, en un incendio en un bosque, el valor de la madera en pie.

En el caso de 2), consiste en el valor de las medidas de protección (y/o sustitutivas) para volver a contar con los bienes y servicios que brindaban los ecosistemas y recursos dañados en el futuro y que no fueron consideradas en el Costo de Restauración.

Los gastos por atención de enfermedades, plagas, deterioro a infraestructuras básicas destinadas a mantener mejores niveles de salud debidas al daño en cuestión se consideran en el punto 3).

El componente de esparcimiento y desarrollo espiritual (punto 4)) es de difícil valoración. Se propuso en Barrantes y Di Mare, 2001, valorarlo como el costo de traslado a un sitio de características similares de las personas que se identifiquen como directamente afectadas.

## **Relación con otras metodologías**

En general, el capital natural ofrece a la sociedad una serie de valores que pueden ser de uso *actual* (directo e indirecto) o de uso *potencial* (de opción o de existencia (no uso)). Entonces, el valor total del capital natural disponible es la agregación de los valores de su uso actual y su uso potencial. Esta situación hace compleja la estimación del valor de un recurso natural en particular, dado que muchos valores de uso potencial no se conocen, y muchos de los valores de uso actual carecen de precio o de mercado. Ante este panorama de imposibilidad de establecer una sumatoria de todos los valores de uso de un recurso natural, es necesario acudir a una estimación indirecta del valor del mismo, utilizando criterios razonables que permitan una comparación entre la condición del recurso natural y la oferta de flujos a la sociedad.

Normalmente, otras metodologías se enfocan en un recurso natural en particular o en un aspecto de estos valores. Existen diferentes procedimientos para valorar los acervos naturales (Castro y Cordero, 1998):

- i) La estimación del valor económico de un acervo ambiental en el caso de que exista un valor de mercado para dichos bienes. En este caso, si los precios no están distorsionados, los cambios ambientales pueden evaluarse directamente usando los precios del mercado. Si el recurso natural provee varios servicios y para alguno de ellos no existe un mercado,

este procedimiento no puede ser utilizado para proporcionar una medida confiable del valor económico del recurso. Metodologías: Cambio en productividad, enfoque de Pérdida de Ingresos, Costo Preventivo.

- ii) La estimación indirecta de los bienes ambientales para los que no existe mercado, mediante la medición de los precios de mercado de bienes económicos relacionados, o mercados sustitutos. Metodologías: Precios Hedónicos, Diferencial de Salarios, Costo de Viaje, etc.
- iii) Una estimación indirecta que se basa en consultar a los usuarios acerca del valor que ellos asignan a los bienes ambientales para los que no existe mercado; así como desembolsos potenciales. Este procedimiento sirve tanto para valores de uso como de no-uso. Metodologías: Valoración Contingente, Proyecto Sombra y Costo de Reposición.

Los métodos del punto iii) capturan valores de uso y de no uso, pero son relativamente caros y de alta dificultad técnica para aplicar. Los métodos de i) y de ii) se enfocan (son aplicables) en un recurso natural en particular o en un aspecto de estos valores. Por lo tanto, para obtener un valor del daño total deben aplicarse varios de ellos al mismo tiempo.

La metodología de IPS-SINAC (Barrantes y Di Mare, 2001) no excluye el uso de otras metodologías. En la parte de la determinación del costo social, se puede recurrir a algunas de ellas para valorar algún aspecto en particular, por ejemplo, esparcimiento y desarrollo espiritual. Se puede profundizar tanto como los recursos y el tiempo disponible lo permitan. De hecho, si se observa con detenimiento, las fórmulas sugeridas están basadas en ideas de una o varias de estas metodologías.

Esta metodología ha sido aplicada por parte del Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS) con éxito (obtención de credibilidad por parte de los órganos decisores) en varios casos, entre los que se encuentran:

- Contaminación de la empresa Dos Pinos al Río Siquiaries: se confrontó con la valoración hecha por la empresa en el Tribunal Ambiental Administrativo y fue base para el proceso de conciliación y la resolución tomada.
- Tala de Palmeros en Ecuador: Incluso derivó en una resolución ministerial<sup>4</sup> donde se establece el costo de restauración de bosques nativos en el trópico húmedo del Ecuador.
- Contaminación de Ingenio Taboga a los Ríos Bebedero y Tempisque. Donde se logró la conciliación más alta hasta el año 2003.
- Contaminación de la Standard Fruit Company en los Canales de Bataán, Madre de Dios, donde se logró la conciliación más alta a la fecha.
- Incendios forestales en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro. Por este caso no se ha llevado a nadie a los tribunales ya que no se ha identificado un causante.

## **EL CASO DE LOS INCENDIOS FORESTALES**

Los daños por incendios forestales se manifiestan:

- a. Sobre el clima
- b. Sobre el suelo (materia orgánica, organismos, humedad, erosión, etc.)
- c. Sobre la vegetación
- d. Sobre la fauna
- e. Calidad de agua (sedimentación, sustancias disueltas, temperatura)
- f. Bienes de los pobladores
- g. Sobre la salud y vida humanas

En el caso de la valoración de los daños por incendios forestales se ha propuesto:

---

<sup>4</sup> Resolución N°060 de la Ministra de Ambiente del dieciséis días del mes de octubre del 2001, publicada el 29 de octubre de 2001 en el Registro Oficial del Gobierno del Ecuador N°442.

### **Costo de Restauración:**

Los costos de restauración se fundamentan en el precepto de que lo óptimo para recuperar los ecosistemas dañados es evitar que nuevamente sean quemados. Para ello se valora el costo de ese control y protección, de infraestructura preventiva, y de monitoreo de áreas incendiadas acorde al tamaño de las áreas afectadas, a fin de no imputar al culpable más costos de los que provocó por el daño específico. También se puede agregar, si es necesario, un monto para realizar un repoblamiento de especies particulares.

El tiempo estimado para recuperar el estado de conservación inicial es variable según el tipo de ecosistema afectado. Va desde un año en pastizales, a 80 años en bosques primarios. Sin embargo, la intensidad de las acciones de restauración puede variar en el tiempo. Se requieren mayor cuidado en los primeros años, por ejemplo, si hay redoblamiento, etc. Se espera que dentro de este rango se recuperen otras variables como calidad de aguas, riqueza biológica, etc.

### **Costo social:**

Mientras el bosque no vuelva a ser lo que fue, se pierden los servicios ambientales que suministran a la población. La Ley Forestal N°7575 de 1996 define 4 servicios ambientales: servicio ambiental hídrico (captación de agua, protección de fuentes y apoyo al ciclo hidrológico), biodiversidad, fijación de carbono (gas de efecto invernadero) y belleza escénica.

De acuerdo a la metodología de IPS, se podría valorar la madera en pie perdida, más los daños a la salud si se logra probar en algunas personas que su salud se deterioró y requirió atención médica debido al siniestro, más valor de la infraestructura perdida, más el cambio en costos de desplazamiento para algunas familias en que se pruebe que deben cambiar sus hábitos de visita temporalmente.

Se puede agregar valores de servicios ambientales obtenidos de otras metodologías, que se pierden temporalmente mientras el recurso se reestablece.

### **Otros costos:**

Es posible cuantificar los gastos de atención del siniestro y, en principio, deberían imputarse al culpable del incendio forestal. Incluye viáticos, combustibles, deterioro de equipo, tiempo de bomberos, etc.

También gastos por elaboración de estudios como el de valoración del daño, que son parte de la gestión generada por el hecho delictivo.

## **VALORACIONES ESPECÍFICAS**

### **Caso RNVS Caño Negro**

Evaluación realizada por IPS a solicitud del Refugio. El Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro y lugares vecinos se vieron afectados por unos 10 incendios forestales en marzo, abril y mayo de 2003, en diferentes sectores del Refugio siendo difícil el control de los mismos debido a las características de su terreno y vegetación. Estos incendios afectaron unas 2382 hectáreas en total, consumiendo áreas de yolillales, marillales y humedales herbáceos entre otros tipos de vegetación.

El área aproximada quemada dentro del Refugio es de 906.5 ha, la cual incluye zonas de humedal (134 ha), pastos (462 ha), guabales con pasto (290 ha), yolillales (16 ha) y marillales (10 ha). Estimación determinada por los mismos funcionarios a través de Sistemas de Información Geográfica.

Los incendios en estudio causaron daño a un sitio que se caracteriza por ser humedal protegido internacionalmente (sitio RAMSAR desde 1991). Además es sitio de gran riqueza faunística, entre los que destacan aves, peces, reptiles, etc. También es punto turístico importante en la zona e incluso sitio de interés espiritual para grupos (por ejemplo la tribu Maleku).

El sitio ha sido afectado en el tiempo. De acuerdo a los datos obtenidos el **estado de conservación**, previo al evento (incendios temporada 2003), se estimó en un **64.0 %**, lo que indica que existía un deterioro equivalente al 36% que **no** es asociado al causante del daño. La afectación causada por estos incendios provocó un **estado de conservación final**<sup>5</sup> de **35.60%**.

El tiempo estimado para recuperar el estado de conservación inicial es variable según el tipo de ecosistema afectado. Va desde un año en pastizales, a 42 y 47 años en yolillales y marillales. Se espera que dentro de este rango se recuperen otras variables como calidad de aguas, riqueza biológica, etc.

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 otros costos, como la atención de los siniestros que implicó el gastar recursos que de otra forma no se hubiesen gastado.

De acuerdo con los resultados, se estimó un costo de restauración de **US\$842.329**. El valor de los costos de atención de los siniestros ascendió a **US\$78,759**. No se estimó un valor para el costo social. El gran total estimado del daño ambiental es de **US\$921,088** para el tiempo de restauración estimado.

Para cumplir con el propósito anterior, será necesario utilizar los recursos estimados como costos de restauración en las actividades de:

- Brigada de vigilancia de Incendios Forestales.
- Repoblamiento de especies: yolillo y marillal (Cedro María) en los sitios donde había estos ecosistemas.
- Cierre de Canales para prevención de incendios
- Construcción de piletas. Tres piletas para control de incendios.
- Monitoreo de las áreas quemadas.

Además, el Estado, voluntarios y ONGs, gastaron recursos en la atención de la emergencia. Estos se valoraron por el MINAE y en principio debería reponerlos el causante del daño.

## **Caso PN Palo Verde**

Evaluación realizada por funcionarios del Área de Conservación Arenal Tempisque (ACA-T). El Parque Nacional Palo Verde fue creado en Abril de 1978. Su área ha sido modificada en el transcurso del tiempo, sin embargo en la actualidad cuenta con una extensión aproximada a las 19,600 hectáreas. Está incorporado a la Lista de Humedales de Importancia Internacional Sitio Ramsar el 27 de diciembre de 1991 y en 1993, fue incluido en el Registro Montreaux, una categoría que se le asigna a áreas que requieren de manejo o protección especial debido a cambios rápidos en sus características ecológicas y que requieren de una pronta acción para su recuperación. Un resultado del estudio es que el sitio tiene un potencial ecológico<sup>6</sup> muy alto (se ponderó como un valor de **76.1%**).

---

<sup>5</sup> Para determinarlo, en el taller se promedia la opinión de los expertos respecto al estado de conservación inicial como expliqué en el artículo. De igual forma se califica el nivel de afectación. A través de una fórmula matemática se aplica ese nivel de afectación al estado de conservación inicial de forma que se obtiene un nuevo estado de conservación después del daño. Dicha fórmula matemática aparece en el documento de Barrantes y Di Mare.

<sup>6</sup> Es una medida subjetiva producto de la discusión en el taller sobre los elementos ecológicos (elasticidad, grado de complejidad, escala, tenencia de componentes claves, y representatividad) del sitio afectado, a fin de ilustrar mejor sobre el sitio dañado respecto de estos elementos ecológicos.

El día 14 de abril del año 2004, se detectó en el sector Reajuste Playitas, la existencia de un fuego en una parcela con fines agrícolas, el cual ingresa al Corredor Biológico Barbudal, y posteriormente a los sectores Poza Verde y Varillal, en el interior del parque, siendo este el centro de inicio del siniestro, que logró devastar un total de 448.46 hectáreas, (bosque seco 102.3 ha; bosque Palma Real 55.2 ha; matorral 23 ha; herbazal acuático 58.1 ha; herbazal inundado 188.8 ha; herbazal 11.9 ha; cultivos agrícolas, 6.7 ha y cuerpos de agua 2.4 ha).

El estado de Conservación inicial del sitio, se estableció en un índice inicial del **65.5%**, lo que indica que aún, a pesar de haber sucedido diversos daños en épocas pasadas, el ecosistema no ha perdido su capacidad productiva de bienes y servicios. Al mismo tiempo, una vez suscitado el incendio forestal, se logró determinar que el **estado de conservación final** fue de un **20.5%**, y se estima que a pesar del daño sufrido, aún es posible restaurar el ecosistema.

Se determinó que los costos necesarios para poder alcanzar ese 65.5% del estado inicial de conservación, en un período de **32.7 años** (establecido por las personas evaluadoras) ascienden a **U\$1,326,866**

Los costos sociales se determinaron en base a los factores cuantificados para los Servicios Ambientales que brindaría un bosque natural o cobertura vegetal determinados por el Centro Científico Tropical, 1996 en el documento: “Valoración de los Servicios Ambientales de los Bosques de Costa Rica”. En donde se determina el valor para bosques primarios intervenidos o no intervenidos y bosques secundarios (o vegetación con las mismas características) y pastizales. Obtuvieron un valor por hectárea de U\$58.0/ha para bosque y U\$21.5/ha para pasturas. Se aplicó, durante el tiempo de restauración a las 157.471 hectáreas de bosque y 290.99 hectáreas cubiertas con otras coberturas. El costo social ascendió a **US\$503,240**.

El resto (**US\$823,626**) correspondió a los costos de restauración que corresponde al financiamiento de las siguientes 3 fases: fase de diagnóstico y evaluación preliminar; fase de Implementación de medidas de manejo para la Rehabilitación de los ecosistemas y sus especies; y fase de Seguimiento y Monitoreo.

## Resumen comparativo

El siguiente caso presenta un resumen comparativo de ambos casos:

	<b>RNVS Caño Negro</b>	<b>PN Palo Verde</b>
<b>Fecha del incendio</b>	marzo, abril, mayo 2003	abril 2004
<b>Tipo de vegetación afectada</b>		
• humedal	134,00 ha	
• pastos	462,00 ha	
• guabales con pasto	290,00 ha	
• yolillales	16,00 ha	
• marillales	10,00 ha	
• bosque seco		102,30 ha
• bosque Palma Real		55,20 ha
• matorral		23,00 ha
• herbazal acuático		58,10 ha
• herbazal inundado		188,80 ha
• herbazal		11,90 ha
• cultivos agrícolas		6,70 ha
• cuerpos de agua		2,40 ha
<b>Área total afectada</b>	<b>906,50 ha</b>	<b>448,46 ha</b>
<b>Estado de conservación</b>		
• Inicial	64,0 %	65,5 %
• Final	35,6 %	20,5 %
<b>Potencial Ecológico</b>		76,1 %
<b>Tiempo de recuperación</b>	42 – 47 años	32,7 años
<b>Costos de restauración</b>	US\$ 842.329	US\$ 823,626
<b>Costos sociales</b>	No se estimó	US\$ 503,240
<b>Otros costos (atención emergencia)</b>	US\$ 78.759	No se estimó
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>US\$ 921.088</b>	<b>US\$ 1.326.866</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología de valoración del daño aquí presentada es un agregado de diferentes conceptos, para aplicar a ecosistemas que contienen varios recursos naturales, más que a un recurso en particular (por ejemplo una población de una cierta especie).

La relación lógica presentada y sus conceptos han facilitado su absorción por parte del Poder Judicial, manifestado en los talleres informativos a los que se han invitado, y en fallos recientes en los que se requirió una valoración y se usó esta metodología.

La metodología establece, además, la forma en que se deben usar los fondos que se cobren por concepto de daño ambiental al culpable. Sea para restaurar el sistema, o para una compensación social parcial o permanente, los requerimientos de insumos están bien especificados en la misma.

Aplicada a incendios forestales, los valores a obtener consisten en Costos de Restauración, Costos Sociales, y Otros Costos. Los costos de restauración se fundamentan en el precepto de que lo óptimo para recuperar los ecosistemas dañados es evitar que nuevamente sean quemados. Para ello se valora el costo de ese control y protección, de infraestructura preventiva, y de monitoreo de áreas incendiadas acorde al tamaño de las áreas afectadas, a fin de no imputar al culpable más costos de los que provocó por el daño específico. También se puede agregar, si es necesario, un monto para realizar un reemplazamiento de especies particulares. El tiempo estimado para recuperar el estado de conservación inicial es variable según el tipo de ecosistema afectado. Va desde un año en pastizales, a 80 años en bosques primarios. Sin embargo, la intensidad de las acciones de restauración puede variar en el

tiempo. Se espera que dentro de este rango se recuperen otras variables como calidad de aguas, riqueza biológica, etc.

Respecto al costo social, se podría valorar la madera en pie perdida, más los daños a la salud si se logra probar en algunas personas que su salud se deterioró y requirió atención médica debido al siniestro, más valor de la infraestructura perdida, más el cambio en costos de desplazamiento para algunas familias en que se pruebe que deben cambiar sus hábitos de visita temporalmente. Se puede agregar valores de servicios ambientales obtenidos de otras metodologías, que se pierden temporalmente mientras el recurso se reestablece (aporte importante que hace el caso estudiado de Palo Verde).

Finalmente, otros costos a considerar son los gastos de atención del siniestro que incluye viáticos, combustibles, deterioro de equipo, tiempo de bomberos, etc. También gastos por elaboración de estudios como el de valoración del daño, que son parte de la gestión generada por el hecho delictivo.

De su aplicación en algunos casos con diferentes ecosistemas, se podría llegar a determinar un valor de referencia por hectárea dañada, que si no hay oportunidad de determinar las particularidades de los casos específicos, puede servir de primera aproximación. Este valor depende de la etapa sucesional del bosque, de las especies que la componen, zona de vida, etc.

## REFERENCIAS

- Barrantes, G. y Di Mare, M.I. 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.
- MINAE. 2000. *Estrategia nacional de conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Ministerio del Ambiente y Energía del Gobierno de Costa Rica. Imprenta Lil, Costa Rica. 82p.
- Gómez-Orea, D. 1994. *Evaluación de Impacto Ambiental*. Editorial Agrícola Española S. A., 2ª ed. Madrid. 260p.
- Castro, René y Cordero, Sarah. 1998. *Evaluación de Impacto Ambiental y Sostenibilidad del Desarrollo*. Primera Edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 257p.
- ACA-T. 2004. *Evaluación del daño ambiental del incendio de abril 2004 en PN Palo Verde*. SINAC. Costa Rica.
- Vega, Edwin; Vega, Mauricio; y Barrantes, Gerardo. 2004. *Valoración del Daño Ambiental en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro por el Incendio en el año 2003*. Consultoría de IPS para ACAHN-RNVSCN-APANAJUCA. Heredia, Costa Rica.