



# Respuesta a las Afirmaciones del Sr. Cabrera en Relación a los Supuestos Daños al Ecosistema

**Juicio 002-2003 Nueva Loja,  
Ecuador**

ENSR | AECOM

AMEC Geomatrix

ENTRIX  
Excelencia en Consultoría Ambiental desde 1984



Elaborado para:  
**Chevron**  
Juicio 002-2003 Corte Superior de Nueva Loja, Ecuador

# Respuesta a las Afirmaciones del Sr. Cabrera en Relación a los Supuestos Daños al Ecosistema

## Juicio 002-2003 Nueva Loja, Ecuador

\_\_\_\_\_  
Bjorn Bjorkman

**ENSR** | AECOM

Fecha: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Claudia Sánchez de Lozada

**AMEC Geomatrix**

Fecha: \_\_\_\_\_

### **Biólogos Especialistas en Estudios de Campo:**

*Flora:* Ing. Nixon Revelo, egresado de la Universidad Técnica del Norte y Dr. Efraín Freire Mayorga, egresado de la Universidad Central del Ecuador.

*Avifauna:* Dr. Freddy Condoy, egresado de la Universidad Central del Ecuador.

*Mastofauna:* Lincoln Segundo Nolivos Duque, egresado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y la Organización para estudios Tropicales.

*Herpetofauna:* Dr. Jorge Izquierdo, egresado de la Universidad Central del Ecuador.

*Entomofauna:* Dr. Pablo Araujo, egresado de la Universidad Central del Ecuador.

# Resumen Ejecutivo

**Autores Principales:** Bjorn Bjorkman y Claudia Sánchez de Lozada

**Biólogos Especialistas en estudios de campo:** Ing. Nixon Revelo y Dr. Efraín Freire Mayorga (Flora); Dr. Freddy Condoy (Avifauna); Lincoln Segundo Nolivos Duque (Mastofauna); Dr. Jorge Izquierdo (Herpetofauna); y Dr. Pablo Araujo (Entomofauna).

El objetivo de este estudio fue evaluar los impactos a los recursos biológicos terrestres (a la fauna, la flora, y la diversidad biológica) en la zona de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO. Como parte de este estudio se determinó la riqueza, diversidad, similitud y sensibilidad biológica de cinco grupos taxonómicos terrestres: flora, avifauna, mastofauna, herpetofauna, y dos grupos taxonómicos de escarabajos indicadores. El estudio tiene como objetivo principal de presentar una evaluación cuantitativa de posibles impactos a estos recursos biológicos que pudiesen resultar de la explotación petrolera en respuesta a las afirmaciones de daños al ecosistema presentados por el Sr. Cabrera en su *Informe Sumario del Examen Pericial*.

Señalamos que el Sr. Cabrera en su informe no presenta información detallada del sustento de sus afirmaciones, refiriéndose a informes biológicos por Gallo y Martínez los cuales no están incluidos en el Informe Sumario. Es imposible determinar la veracidad de las afirmaciones del perito o comprobar como habrá cumplido con su plan de trabajo donde indicó que se cumplirían con estudios biológicos pero sin detallar como se determinarían los supuestos impactos.

Para poder realizar una comparación cuantitativa de los impactos a los recursos biológicos, la evaluación de los cinco grupos taxonómicos se realizó en dos zonas de patrón paisajístico y ecológico similares con una variable clave: la presencia de explotación petrolera. Se escogió una zona de control, donde nunca ha habido explotación petrolera, y una zona de estudio con una larga historia de explotación petrolera, para poder diferenciar entre impactos relacionados con la explotación petrolera y otros impactos (p.ej., el uso de tierras con fines agropecuarios, explotación maderera, urbanización, etc.). Asimismo, de acuerdo con el mapa de zonificación ecológica-económica (ECORAE, 2002), las zonas de estudio y de control están dentro de zonas sin conflictos ambientales. Es decir, a pesar de que ambas zonas están dentro de áreas de fuerte uso agropecuario, no se han identificado como zonas de protección críticas para la conservación de la diversidad.

La evaluación de campo realizada por expertos ecuatorianos en biología de la Amazonía en la zona de estudio y la zona de control se adecuó a métodos generalmente aceptados en el Ecuador.

Las conclusiones del estudio son las siguientes:

1. Se compararon los datos de riqueza de las especies de flora y fauna, taxonomía, abundancia, índices de diversidad, abundancia relativa de especies indicadoras de sensibilidad y especies amenazadas, entre otros factores. Estos índices comparativos de diversidad no detectan diferencias significativas entre áreas con y sin explotación petrolera. Las diferencias observadas se deben principalmente a la variabilidad natural en evaluaciones biológicas. Se puede concluir que una historia de explotación de petróleo en sí no afecta el patrón de abundancia y diversidad de los recursos biológicos de la zona.
2. No es factible determinar retrospectivamente la cronología de los impactos a los recursos biológicos, porque cuando Petroecuador asumió la responsabilidad operativa del antiguo Consorcio Petroecuador-TEXACO en 1990 no se realizaron evaluaciones de diversidad biológica. Tampoco las auditorías ambientales de Fugro-McClelland y HBT-Agra realizaron tales evaluaciones. Recién en 1995, con el Reglamento ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOH), Decreto Ejecutivo 2982 (R.O. 766 del 24 de agosto de 1995), el Estado Ecuatoriano empezó a requerir estudios de impacto ambiental para proyectos. Por esto no existe una línea base de las condiciones antes y durante la operación del Consorcio Petroecuador-TEXACO.
3. El informe pericial del Sr. Cabrera incluye referencias a estudios específicos de estos mismos grupos taxonómicos, mas por lo que se puede evaluar no diferencia los impactos del petróleo

de las otras causas de impactos a los recursos biológicos. Cabe resaltar que el Sr. Cabrera supuestamente evaluó la diversidad, sensibilidad, y riqueza de seis grupos taxonómicos (avifauna, mastofauna, herpetofauna, entomofauna, ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos), pero como ya hemos destacado su informe pericial no presenta los datos específicos de estas evaluaciones ni en ningún momento se han hecho públicos los estudios de Gallo y Martínez (2007) a los que el Sr. Cabrera hace referencia en su informe. El informe del Sr. Cabrera no consideró como se diferenciarían los impactos relacionados con la explotación petrolera durante la época del Consorcio Petroecuador-Texaco, y los impactos relacionados con cualquier otra causa. La única referencia al tema se presentó en su *Plan de Trabajo*, donde el Sr. Cabrera menciona su intención de comparar los datos usando indicadores de bosques alterados y bosques maduros. La presencia de un bosque maduro, es decir plenamente crecido, no tiene, en sí, ninguna relación específica con el petróleo, y solamente indica si el bosque está intervenido. Toda la región, incluyendo la zona del antiguo Consorcio, hoy en día se considera intervenida debido a la expansión de la frontera agrícola, por lo que no tiene sentido tal comparación.

# Índice

<b>1.0 Conclusiones y antecedentes .....</b>	<b>1-1</b>
1.1 Capacitación .....	1-1
1.2 Conclusiones .....	1-1
1.3 Antecedentes.....	1-2
1.4 Contenido del Informe.....	1-3
<b>2.0 Afirmaciones sobre los recursos biológicos y métodos de evaluación .....</b>	<b>2-1</b>
2.1 Los alegatos y afirmaciones presentados en la demanda y la gestión de los peritos.....	2-1
2.2 Evaluación de impactos a los recursos biológicos: La diversidad biológica .....	2-3
2.2.1 Los niveles de la diversidad biológica .....	2-3
2.2.2 Los índices de diversidad.....	2-4
2.3 Limitaciones de los índices de diversidad .....	2-5
2.4 La línea base .....	2-5
<b>3.0 Los componentes de un estudio de impactos a los recursos biológicos .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Indicadores del estado del ecosistema .....	3-1
3.2 Indicadores de presión al ecosistema .....	3-2
3.3 Indicadores del uso del ecosistema .....	3-2
3.4 Comparación de la evaluación biológica en este estudio con respecto al estudio del Sr. Cabrera.....	3-2
<b>4.0 Los impactos a los recursos biológicos en la antigua Concesión Petroecuador-Texaco .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Introducción .....	4-1
4.2 Metodología.....	4-2
4.2.1 Métodos de evaluación ecológica.....	4-2
4.2.2 Definición de la línea base .....	4-3
4.3 Descripción general de las áreas de estudio .....	4-5
4.4 Indicadores del estado del ecosistema .....	4-7
4.4.1 La riqueza de especies .....	4-7
4.4.2 La diversidad .....	4-9
4.4.3 Los indicadores de la estructura de los ecosistemas .....	4-11
4.5 Indicadores de la amenaza al ecosistema .....	4-12
4.5.1 Pérdida de Hábitat.....	4-12
4.5.2 Utilización de recursos .....	4-15
4.5.3 Otras amenazas a los recursos biológicos.....	4-15
4.5.4 Valoración ecológica .....	4-16
<b>5.0 Bibliografía .....</b>	<b>18</b>

## **Anexos**

Anexo A Currículum vitae de los autores

Anexo B Datos biológicos

Anexo C Metodología de evaluación de imágenes

Anexo D Fuentes Consultadas

## Tablas

Tabla 1 Cuadro comparativo entre este estudio y el estudio del Perito Cabrera .....	3-3
Tabla 2 Alcance de la evaluación biológica comparativa .....	4-1
Tabla 3 Uso actual de tierra en las zonas evaluadas .....	4-5
Tabla 4 Cuadro comparativo de las características de las zonas de estudio y control.....	4-6
Tabla 5 Datos de riqueza y abundancia.....	4-7
Tabla 6 Datos de sensibilidad y abundancia relativa.....	4-8
Tabla 7 Datos de estado de conservación.....	4-9
Tabla 8 Datos de diversidad .....	4-10
Tabla 9 Datos de similitud.....	4-11
Tabla 10 Porcentaje de las áreas evaluadas con bosques remanentes .....	4-13
Tabla 11 Cambios relativos en la cobertura forestal en las zonas evaluadas.....	4-13

## Figuras

Figura 1	Ubicación de las zonas evaluadas
Figura 2	Zona de Estudio Sacha – 53
Figura 3	Zona de Control
Figura 4	Uso de suelos en las zonas evaluadas en la actualidad
Figura 5	Resumen cronológico del uso de suelos en la antigua Concesión Petroecuador-Texaco
Figura 6A	Resumen cronológico del uso de suelos en la Zona de Estudio
Figura 6B	Resumen cronológico del uso de suelos en la Zona de Control
Figura 7	Zonificación Ecológica-Económica de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco
Figura 8	Cambios en el uso de suelo: 1973 - 2007

## 1.0 Conclusiones y antecedentes

### 1.1 Capacitación

Los autores de este informe son Bjorn Bjorkman y Claudia Sánchez de Lozada. El Sr. Bjorkman tiene capacitación como biólogo ecólogo con una maestría en biología de la Universidad de Minnesota, EE.UU. Trabaja como consultor ambiental con especialidad en el análisis de riesgo y la ecología con enfoque en la industria petrolera. El Sr. Bjorkman tiene amplia experiencia en la evaluación biológica de ecosistemas amazónicos en Ecuador y Perú. Desde 1995 ha completado decenas de estudios de impacto ambiental, mapas de sensibilidad ecológica, planes de manejo ambiental, evaluaciones biológicas, y estudios ambientales en Perú, Ecuador, Argentina, Honduras, y otros países. El Sr. Bjorkman ha preparado y evaluado planes de manejo de biodiversidad para la industria petrolera a nivel de empresa y a nivel regional.

La Srta. Sánchez de Lozada tiene capacitación en ciencias ambientales y biología, y cuenta con una licenciatura de la universidad Macalester College. La Srta. Sánchez de Lozada cuenta con más de 8 años de experiencia en la conducción y manejo de proyectos ambientales en los EE.UU., Ecuador, Bolivia, Chile, Brasil, México, Panamá y Ghana. La Srta. Sánchez de Lozada ha manejado o participado en una variedad de proyectos, incluyendo estudios de línea base, estudios de impacto Ambiental, evaluaciones ambientales y estudios de calidad del aire. Además, cuenta con experiencia en el muestreo de agua, suelos superficiales y de subsuelo. Ella ha preparado documentos para agencias gubernamentales locales e internacionales. Sus responsabilidades también incluyeron la revisión técnica y/o la traducción de documentos técnicos del inglés al español. La Srta. Sánchez de Lozada es bilingüe (español e inglés) y cuenta con extensa experiencia trabajando en ambos idiomas.

Los currícula de los autores se presentan en el Anexo A. Los estudios comparativos de los cinco grupos taxonómicos terrestres los realizaron los siguientes biólogos ecuatorianos expertos en la ecología del Oriente. Sus currícula, junto con los datos recolectados durante sus evaluaciones comparativas, se encuentran en el Anexo B.

**Flora:** Nixon Revelo, Ingeniero Forestal egresado de la Universidad Técnica del Norte; y Efraín Freire Mayorga, Doctor en Biología egresado de la Universidad Central del Ecuador

**Avifauna:** Freddy Condoy, Doctor en Biología egresado de la Universidad Central del Ecuador

**Mastofauna:** Lincoln Segundo Nolvos Duque, Postgrado en Ecología de Ecosistemas Tropicales egresado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y la Organización para estudios Tropicales

**Herpetofauna:** Jorge Izquierdo, Doctor en Biología egresado de la Universidad Central del Ecuador

**Entomofauna:** Pablo Araujo, Doctor en Biología egresado de la Universidad Central del Ecuador

### 1.2 Conclusiones

La evaluación específica realizada en zonas con y sin historia de explotación petrolera, la revisión minuciosa de fuentes académicas especializadas en la ecología de la región Amazónica y la revisión de los documentos preparados durante las inspecciones periciales nos permite concluir lo siguiente:

1. La evaluación de campo pudo determinar claramente la riqueza, diversidad, similitud y sensibilidad biológica de cinco grupos taxonómicos terrestres (flora, avifauna, mastofauna, herpetofauna e insectos).



2. La definición de una línea base apropiada es imprescindible para poder diferenciar entre impactos relacionados con la explotación petrolera y otros impactos. Para este estudio se escogió una zona de estudio y una zona de control con condiciones fisionómicas y ecológicas comparables, y usos de tierra similares. La única diferencia entre la zona de estudio y la zona de control, o línea base, es que la zona de estudio tiene una historia de más de 30 años de explotación petrolera.
3. La evaluación de campo realizada en la zona de estudio y la zona de control se adecuó a métodos generalmente aceptados en el Ecuador (Sayre y col., 1992; Gentry, 1986) y la realizaron expertos ecuatorianos en biología de la Amazonía (los informes biológicos y los currículos de los expertos se presentan en Anexo B.)
4. Los índices comparativos de diversidad no detectaron diferencias significativas entre áreas con y sin explotación petrolera. Las diferencias observadas se deben principalmente a la variabilidad natural en evaluaciones biológicas. Se compararon los datos de riqueza de especies, taxonomía, abundancia, índices de diversidad, abundancia relativa de especies indicadoras de sensibilidad y especies amenazadas, y otros factores. Se puede concluir que una historia de explotación de petróleo en sí no afecta el patrón de abundancia y diversidad de los recursos biológicos de la zona.
5. No es factible determinar retrospectivamente la cronología de los impactos a los recursos biológicos, ya que para el momento en que Petroecuador asumió la responsabilidad operativa del antiguo Consorcio Petroecuador-Exaco en 1990, no se realizaron evaluaciones de diversidad biológica. Tampoco las auditorías ambientales de Fugro-McClelland y HBT-Agra realizaron tales evaluaciones. Recién en 1995, con el Reglamento ambiental para las Operaciones Hidrocarbúricas en el Ecuador (RAOH), Decreto Ejecutivo 2982 (R.O. 766 del 24 de agosto de 1995), el Estado Ecuatoriano empezó a requerir estudios de impacto ambiental para proyectos. Por esto no existe una línea base de las condiciones antes ni durante la operación del Consorcio Petroecuador-Exaco.
6. El informe pericial del Sr. Cabrera no parece diferenciar los impactos del petróleo de las otras fuentes de impactos a los recursos biológicos. En el informe pericial el perito solo presenta afirmaciones generalizadas sobre la pérdida de diversidad biológica en comparación con la selva nativa, y no presenta el sustento, ni siquiera para tal afirmación. Los informes biológicos de Gallo (2007) y de Martínez (2007) que supuestamente sustentan sus afirmaciones no están incluidos en el Informe Sumario, así que no se puede responder a su contenido. En vista de la poca información presentada, es evidente que el perito no diferencia los impactos relacionados la explotación petrolera durante la época del Consorcio Petroecuador-Exaco, con los impactos relacionados a cualquier otra causa. La única referencia al tema fue la intención de comparar los datos usando indicadores de bosques alterados y bosques maduros, pero sin el sustento no hay manera de determinar que se hizo. La existencia del bosque maduro, es decir plenamente crecido, no tiene, en sí, ninguna relación específica con el petróleo, y solamente indica si el bosque está intervenido. Toda la región, incluyendo la zona de la antigua Concesión, hoy en día se considera intervenida debido a la expansión de la frontera agrícola, por lo que no tiene sentido tal comparación.

### 1.3 Antecedentes

Este informe presenta una evaluación de los impactos a los recursos biológicos dentro del marco del juicio verbal sumario No. 002-2003 que lleva adelante María Aguinda y otros en contra de Chevron. Es importante recalcar que los impactos biológicos forman parte del concepto de la diversidad biológica, el cual abarca una serie de temas relacionados con el ecosistema, incluyendo la fauna, la flora, el hábitat biológico e incluso el mismo paisaje.

Una definición global de la diversidad biológica la da el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), un tratado internacional al cual está suscrito el Ecuador. El CDB precisa que la diversidad biológica es la *“variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos, y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que*

*forman parte. Comprende la diversidad existente dentro de cada especie, entre las especies y de ecosistemas, como resultado de procesos naturales y culturales”.*

Se observará que el concepto específico de la diversidad biológica no figura expresamente dentro del proceso legal. Sin embargo, el impacto a los recursos biológicos en cuestiones relacionadas con los animales y la vegetación se considera explícitamente, y tales recursos forman parte de la diversidad biológica. Es por esto que este informe se enfoca en este tema. En la demanda también se incluye la restauración, es decir la recuperación de la fauna nativa y la vegetación a condiciones anteriores, tema que se tocará en este informe.

## 1.4 Contenido del Informe

Este informe evalúa los recursos biológicos (la fauna, la flora, y el ecosistema en general) en el territorio de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco (Figura 1) en respuesta a las afirmaciones según las cuales la explotación petrolera habría causado daños a estos recursos. Estos recursos colectivamente se consideran como componentes de la “diversidad biológica”. La evaluación incluye:

1. La definición de los lineamientos y consideraciones necesarias para poder evaluar científicamente si existen o no impactos a los recursos biológicos directamente ligados a la explotación petrolera durante la época del antiguo Consorcio; con enfoque especial en la necesidad de usar la línea base apropiada.
2. La evaluación de los métodos de investigación del Perito designado por la Corte. Se debe determinar si los métodos permiten demostrar la existencia de impactos a los recursos biológicos.
3. Un estudio comparativo de los impactos a los recursos biológicos en zonas con y sin historia de explotación petrolera. Este estudio incluye la evaluación de cambios en la diversidad biológica. Esta evaluación comprende un estudio de campo y la evaluación adicional de imágenes satelitales.

El informe se divide en tres secciones principales:

1. Análisis de las afirmaciones de impactos a los recursos biológicos y los métodos apropiados de determinación de impactos. Las **definiciones** de diversidad biológica, y el enfoque apropiado para poder evaluar los cambios a los recursos biológicos como resultado de impactos ambientales. En esta sección se puntualiza el concepto clave de la **línea base**.
2. Una discusión de los métodos de evaluación de los impactos a los recursos biológicos bajo el marco de la diversidad biológica, enfocando especialmente los **componentes y datos necesarios** para cuantificar los cambios en los recursos biológicos y el alcance de la restauración.
3. Una **evaluación comparativa** de la diversidad de especies en lugares representativos de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco, para evaluar cuantitativamente si existe una disminución de la diversidad biológica en lugares con historia de explotación petrolera. Esta evaluación utiliza metodologías comunes y aceptadas para la Evaluación Ecológica Rápida (EER) e incorpora la comparación con una línea base apropiada, resultando en una evaluación rigurosa y científica de los impactos a los recursos biológicos derivados de la explotación petrolera en la zona de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco.

## 2.0 Afirmaciones sobre los recursos biológicos y métodos de evaluación

### 2.1 Los alegatos y afirmaciones presentados en la demanda y la gestión de los peritos

La demanda en contra de Chevron del 7 de mayo de 2003 no menciona expresamente la diversidad biológica en la presentación de los supuestos daños y la población supuestamente afectada (Sección III). Sin embargo, entre los daños se enumera en el inciso 1 que *“los procedimientos... destruyeron la vida acuática, la vegetación natural y los cultivos”*, y en el inciso 3 que *“la fauna nativa y los animales domésticos vieron alterado su ecosistema. Los animales ingirieron productos tóxicos a través del agua y de los alimentos o simplemente murieron atrapados en las piscinas”*.

En la Sección V de la demanda, referente a los fundamentos del derecho, se encuentra el único lugar en que la diversidad biológica (o biodiversidad) figura expresamente, al declararse en el inciso 2 que *“(El) artículo 86 (de la Constitución) declara que la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, son de interés público”*. Esta es una referencia generalizada y no se refiere a los supuestos daños de este caso en particular.

La pretensión de la demanda (Sección VI) abarca varios temas que estarían bajo el rubro de los impactos a los recursos biológicos tal como se define en este informe. El inciso 2 demanda *“la reparación de los daños ambientales... (b) un plan de recuperación de la fauna y la flora nativas, en donde fuere posible ... (c) un plan para la regeneración de la vida acuática”*.

El Presidente de la Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, al capacitar al Sr. Cabrera como Perito para la evaluación de daños, en sus instrucciones al Perito precisó que *“el Perito o Peritos... (a) evaluarán, de existir alguno, el daño ambiental sufrido por ... la cobertura vegetal, la fauna y los demás elementos del entorno ... (c) determinarán los parámetros metodológicos de la restauración ... en función de las características de cada ambiente”*.

El 25 de junio de 2007 el Sr. Cabrera presentó su plan de trabajo para el examen pericial, donde especifica como cumplirá con los objetivos de la orden de la Presidencia de la Corte. Este plan tiene como objetivo el realizar varias investigaciones relacionadas al caso. Sin embargo, el *Informe Sumario del Examen Pericial*, y sus Anexos, presentados el 24 de Marzo de 2008, no presenta datos detallados en su *Informe Sumario del Examen Pericial* sino presenta afirmaciones generalizadas sin sustento. Los informes biológicos de Gallo (2007) y de Martínez (2007) no se han hecho públicos y, por lo tanto, resulta imposible realizar una evaluación de los mismos. A continuación nos limitamos a considerar tareas relacionadas con los impactos a los recursos biológicos que el Sr. Cabrera presentó en su Plan de Trabajo al no existir sustento válido en el *Informe Sumario*.

Entre las tareas que el perito indicó que realizaría, pero para las cuales el Sr. Cabrera no presenta ninguna información que nos indique que en realidad las llevó a cabo, figura que *“se determinará, de existir, la existencia de impactos significativos, directos e indirectos”*. Para el componente biológico, que sería evaluado en un estudio de la diversidad, se realizaría la *“evaluación de la calidad biológica del área. Flora, fauna; especies únicas o en peligro de extinción; hábitats frágiles o reservas, sitios naturales significativos, etc.; especies de importancia comercial.”* Además, se *“tratará de determinar el riesgo continuo al que presumiblemente han estado (están) expuestas ciertas especies indicadoras, a la exposición a las aguas de formación y al petróleo”*. El plan del Sr. Cabrera propone evaluar, en el caso de la fauna, la *“diversidad y número de especies”*, los *“grupos típicos”*, la *“similitud o composición de las especies”*, la *“diversidad de acuerdo a diferentes índices científicos”* y los *“organismos indicadores”* para varios grupos taxonómicos de animales.

Para la evaluación botánica el plan indicó que se evaluaría el *“número de especies (diversidad), presencia de especies indicadoras de disturbancia en el bosque, la presencia de especies indicadoras de bosque maduro”*, en base a *“muestreos en bosque maduro y en bosque disturbado”*. Sin embargo,

como se mencionó anteriormente, ni el Informe Sumario del Sr. Cabrera ni ninguno de sus Anexos presenta los resultados de las actividades que indicó que realizaría como parte de su evaluación biológica y su evaluación botánica.

Estas tareas formarían parte de una Evaluación Ecológica Rápida (EER) típica usando los métodos de Sayre y col. (1992), parte integral de una evaluación de los impactos a los recursos biológicos. Por esta razón, todos estos temas se incluyen en este informe.

Resaltamos nuevamente que en la Sección 5.2 y el Anexo J del Informe Sumario, el Sr. Cabrera no indica si se cumplieron estos planes, y se limita a presentar afirmaciones generalizadas sobre la pérdida de la diversidad biológica. Los datos biológicos no están incluidos en el Informe Sumario, y supuestamente existen en informes que no se han hecho públicos. El informe de Martínez (2007) supuestamente presenta los resultados de investigaciones sobre la diversidad de las comunidades de plantas, y Gallo (2007) se supone investigó la diversidad de la fauna<sup>1</sup>. Sin estos documentos, no es posible entender como se consideraron los siguientes problemas teóricos y metodológicos del Plan de Trabajo del Sr. Cabrera:

- Su plan indica que se evaluarán los “*impactos directos e indirectos*”. Este informe trata brevemente sobre los impactos directos vinculados a la explotación petrolera.
- Las evaluaciones de fauna se basan en métodos de Evaluación Ecológica Rápida (EER). Sin embargo, el plan de trabajo del Sr. Cabrera no establece como estos índices permitirán la cuantificación de daños; ya que no establece que línea base se utilizaría para la comparación. El plan tampoco define el alcance temporal o la distribución geográfica de la evaluación que son puntos clave para poder determinar si existe un impacto ambiental.
- Las evaluaciones de la vegetación que propone el Sr. Cabrera se enfocan en una comparación entre un “*bosque disturbado*” y un “*bosque maduro*”, evaluando especies indicadoras de ambas condiciones. Se presume que el Sr. Cabrera utilizará un bosque “maduro” como línea base. Dicha comparación no permite evaluar los impactos de la explotación petrolera, ya que el grado de intervención no es necesariamente el resultado de la explotación petrolera. Es más, en vista de que la mayor parte de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco actualmente tiene un uso de tierra agrícola o ganadero, y todos los bosques remanentes están “disturbados” o intervenidos por las actividades del hombre, el estado de madurez de un bosque no está vinculado necesariamente con la explotación petrolera.
- El plan de trabajo también indica que se evaluará la “*posible reparación*” y la “*restauración biótica y del paisaje*”. Sin embargo, el plan no define la condición o línea base que se utilizará para restaurar el paisaje y los recursos bióticos.

En el Anexo J del Informe Sumario, el Sr. Cabrera sostiene, sin presentar sustento alguno, que los estudios de Gallo y de Martínez concluyen que hay “*pocas especies de plantas naturales, o ninguna, presentes en las comunidades de plantas más cercanas a las plataformas de los pozos*”, y que las zonas fuera de estas áreas alteradas contienen “*áreas forestadas fragmentadas... carentes de la diversidad necesaria para sustentar completamente un ecosistema de bosques sanos*”. En lo que respecta la fauna, se dice que “*la diversidad de mamíferos, aves, anfibios, y reptiles es considerablemente inferior que la que habría naturalmente en bosques similares sin impacto*”.

Sin el sustento necesario para apoyar estas afirmaciones, no es posible evaluar si se consideraron o no los problemas técnicos y metodológicos, y mucho menos la validez de estas conclusiones. Por tanto, estas afirmaciones carecen de todo valor. Por el contrario, el estudio que se presenta a continuación sí presenta, con todo detalle científico y cuantitativo, una evaluación que considera exactamente estos

---

<sup>1</sup> Martínez, E.C. (2007). *Estudio botánico en 10 pozos operados por la Texaco durante 1964 y 1990 en la amazonia ecuatoriana con miras a su restauración*. October, y Gallo (2007) *Diagnóstico de la fauna terrestre y macroinvertebrados en pozos operados por la Texaco*. Los títulos de estos estudios se presentan en las referencias del Anexo J del Informe Sumario, pero los documentos no se incluyeron en los documentos presentados a la Corte. La evaluación de las investigaciones por tanto no es factible.

temas, comprobando que la explotación petrolera, en sí, no ha resultado en una pérdida de diversidad y recursos biológicos.

## 2.2 Evaluación de impactos a los recursos biológicos: La diversidad biológica

Esta sección explica la definición de la diversidad biológica. Como se indicó al comienzo, una definición generalizada de la diversidad biológica es la del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que la define como la “*variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos, y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad existente dentro de cada especie, entre las especies y de ecosistemas, como resultado de procesos naturales y culturales*” (CDB, Artículo 2).

Esta definición es la más común para describir la diversidad de vida sobre el planeta y abarca todas las formas de vida y ecosistemas que este integra. Este es un término reciente que abarca la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región como su riqueza, abundancia y variedad (Estrella y col., 2005). Por consiguiente, la biodiversidad incluye toda la variabilidad biológica empezando a nivel genético hasta las poblaciones de diferentes especies, desde los microorganismos hasta los elefantes, y también las comunidades de especies y los ecosistemas, desde paisajes hasta niveles globales de organización biótica (Hubbell, 2001).

### 2.2.1 Los niveles de la diversidad biológica

Dentro del marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la diversidad biológica consta de tres categorías:

- La diversidad genética.
- La diversidad de las especies.
- La diversidad de los ecosistemas.

Este concepto de diversidad biológica es muy amplio. Por ejemplo, puede incluir la **diversidad genética**, que se refiere a las diferencias en la información que cada organismo y grupo de organismos contienen en su ADN (Trombulak y col., 2004). La diversidad genética es un mecanismo importante que las especies utilizan para responder a cambios en el ambiente que los rodea y, por lo tanto, refleja todas las presiones de selección que tienen las poblaciones en diferentes áreas (Trombulak y col., 2004). A pesar de ser un tema de gran interés mundial, no se discutirá en este informe, ya que no es posible separar los cambios que se han dado en cada especie como respuesta a cada una de las presiones a las que las poblaciones han sido expuestas en el Oriente ecuatoriano.

La **diversidad de ecosistemas** considera que los hábitats y comunidades ecológicas no están aislados una de la otra, sino que forman un mosaico de condiciones distintas que conforman una flora y fauna típica a nivel regional o nacional. Este tipo de diversidad se evalúa a nivel nacional o regional. En el Ecuador, los programas de conservación (p.ej. SNAP, Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas) tratan de evaluar este nivel con el fin de proteger el patrimonio biológico del país (Pasquis y Usselman, 2003).

La **diversidad de las especies** es una medida de la riqueza, abundancia y distribución de las especies que habitan un determinado ecosistema o hábitat. En las ciencias ecológicas, típicamente la “diversidad biológica” se considera y cuantifica principalmente a este nivel de evaluación. Ciertos índices científicos que evalúan diferentes componentes cuantifican la diversidad de las especies. El plan de trabajo del Sr. Cabrera se limita a la evaluación a nivel de especies. Este informe enfocará la diversidad de las especies.

## 2.2.2 Los índices de diversidad

De manera intuitiva, la diversidad biológica a nivel de especies es el número de especies en un determinado lugar. Sin embargo, no existe una definición científica de uso universal, y la medición de la diversidad se hace de muchas maneras (Magurran, 1988; Humphries y col., 1996; EASAC, 2004)<sup>2</sup>.

La diversidad de especies incluye dos componentes: el número de especies o “riqueza” y la distribución de especies en el ambiente o “equitabilidad”. La mayoría de los índices de diversidad tratan de evaluar estos dos componentes. Los índices varían principalmente en el peso que otorgan a cada uno de los componentes (Magurran, 1988). Cada uno de los índices tiene sus ventajas y desventajas, y no existe ningún índice “correcto” para una determinada situación.

Los índices más comunes son:

- **La riqueza de especies (S)**. Es el índice más simple, ya que simplemente es un inventario de las especies observadas. El número de especies, en sí, no otorga información sobre los mecanismos o impactos ecológicos que determinan la diversidad biológica y no considera la equitabilidad. El cálculo de la riqueza depende de la temporada, el esfuerzo de observación, el área y hábitat observado, entre otros factores. Es imprescindible definir cuidadosamente una línea base de comparación y duplicar las condiciones para poder concluir algo en base a esta medición.
- **El índice Shannon-Weaver (H')**. Este índice es de uso muy común, y relaciona el número de especies observadas con la abundancia relativa de cada especie. Se puede usar para comparaciones entre diferentes áreas, pero solamente si el nivel de esfuerzo<sup>3</sup> en los dos sitios es el mismo.
- **El índice de Simpson (D)**. Este índice también es muy utilizado, y mide la probabilidad de que dos individuos pertenezcan a la misma especie. El índice de Simpson se usa con frecuencia para evaluar el grado de dominancia de las especies, y da más peso a las especies comunes (Magurran, 1988).
- **Otros índices**. Los conocidos índices de similitud de **Jaccard** y de **Sorensen** también son considerados en este estudio.
- Todos estos índices necesitan una línea base definida para la comparación y requieren que el nivel de esfuerzo para el muestreo haya sido el mismo en las áreas a compararse para permitir conclusiones confiables y cuantitativas sobre diferencias o cambios en la diversidad de las especies.
- Muchas veces se utilizan otros datos comparativos para evaluar la diversidad, especialmente en casos de no existir muchos datos puntuales. Por ejemplo, se puede evaluar la presencia o ausencia de **especies indicadoras**, que es el sistema usado en las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER, Sayre y col., 1992). La ausencia o presencia de estas especies indican la calidad del hábitat<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> En la literatura científica ecológica la diversidad biológica se divide en tres tipos: la diversidad alfa, que se refiere a la diversidad dentro de un hábitat específico; la diversidad beta, que se refiere a la diversidad que se observa entre hábitats; y la diversidad gama, que se refiere a la diversidad a nivel regional (es decir diversidad alfa en escalas mayores que comprenden múltiples hábitats).

<sup>3</sup> El “nivel de esfuerzo” denota el alcance temporal y geográfico de la evaluación. Si se dota más tiempo a la investigación, o se evalúan en detalle más sitios dentro de la zona de estudio, se contará un mayor número de especies e individuos. Por esto es muy importante que una evaluación ecológica claramente indique estos puntos, y que una evaluación comparativa duplique con exactitud los métodos, el tiempo de observación, y otros factores. De otro caso los valores obtenidos no son comparables.

<sup>4</sup> Para los Estudios de Impacto Ambiental que se requieren para proyectos en el Oriente muchas veces la evaluación comprende una **comparación** entre la riqueza de especies observadas y la riqueza máxima

Se necesita calcular estos índices para cuantificar la diversidad. Sin embargo, como se explica en la Sección 3, los índices y el cálculo de la riqueza en sí no son suficientes para la valoración completa de la diversidad biológica.

### 2.3 Limitaciones de los índices de diversidad

Los índices usados para medir la biodiversidad a nivel de ecosistemas generalmente se estudian a nivel de especies, pero es casi imposible determinar el verdadero número de especies que habitan en un ecosistema. Los conocimientos disponibles en este aspecto son tan escasos que no sabemos cuántas especies hoy en día habitan la tierra, o siquiera una pequeña parte del planeta; ni conocemos la magnitud de este número (May, 1988). Aún más difícil es establecer las consecuencias de la pérdida de biodiversidad a la integridad y salud de los ecosistemas.

*“La diversidad biológica es la variedad de organismos vivos en todos los niveles de organización, incluyendo los genes, las especies, los niveles taxonómicos más altos y la variedad de hábitat y de ecosistemas”* (Trombulack y col., 2004). Los indicadores de importancia para determinar la integridad de un ecosistema incluyen su estructura, las relaciones entre sus componentes, la organización de las comunidades (p.ej., redes alimenticias), y las funciones del ecosistema como son la productividad primaria y la descomposición (Trombulack y col., 2004; Reagan, 2006).

Comúnmente se utilizan ciertos indicadores de la diversidad biológica, como son la riqueza de especies (número total de las especies) y la abundancia, para generar índices de diversidad que pueden usarse para realizar comparaciones. Otras características importantes de los ecosistemas, como son su organización y funciones, no sólo dependen de la variedad de las especies presentes, sino también de los roles que estas especies desempeñan. Algunas especies son importantes porque desarrollan funciones específicas en un ecosistema, como son la producción de energía, polinización, y el control de poblaciones.

Dentro de un hábitat o ecosistema en particular, los índices de biodiversidad son usualmente utilizados para comparar ecosistemas alterados con ecosistemas no intervenidos. Debido a que la estabilidad de un ecosistema está relacionada con la diversidad de las especies características del mismo, a veces se supone erróneamente, que una diversidad biológica menor indica una reducción proporcional en la integridad y salud del ecosistema. Otros aspectos del ecosistema, como pueden ser la composición y la función, también afectan la salud del ecosistema. Estos aspectos determinan la redundancia (el número de especies que cumplen la misma función en general) y la resistencia (la habilidad de un ecosistema de revertirse a un estado particular después de su perturbación) del ecosistema (Trombulack y col., 2004). El índice de diversidad, por sí mismo, no indica nada sobre estas importantes características de cada ecosistema.

### 2.4 La línea base

Posiblemente la variable de mayor importancia en la cuantificación y evaluación de los impactos a los recursos biológicos es la condición que se usa para la comparación del sitio de estudio. La cuantificación de la diversidad biológica tiene poco valor intrínseco sin datos comparativos que se puedan utilizar para valorizar los resultados.

En estudios realizados para determinar los efectos de la actividad humana, ya sea por alteración de hábitat, intervención, o contaminación; y los efectos de eventos naturales tales como sequías, tormentas, erupciones volcánicas, etc. es imprescindible que los datos recolectados permitan un análisis retrospectivo o predictivo (Secretariado de la CDB, 2006).

Una evaluación retrospectiva tiene como fin evaluar alteraciones de los recursos biológicos que han ocurrido en el pasado o que continúan ocurriendo. Es obvio que la evaluación retrospectiva requiere

---

registrada para zonas sin intervención alguna. Esta práctica es apropiada para proyectos de desarrollo en zonas no intervenidas, pero en el presente caso, donde la intervención es un hecho, tal comparación no tiene valor.

conocimiento de las condiciones anteriores a la alteración. Cuando no se tiene información suficiente de las condiciones que rigieron anteriormente en un ecosistema, se pueden utilizar los siguientes métodos:

- la evaluación temporal, es decir, un monitoreo a través del tiempo para determinar el transcurso y los efectos comunes de las alteraciones, y
- la comparación con sitios de referencia ecológicamente similares con condiciones aproximadas a las que estarían presentes en ausencia de la alteración (Secretariado de la CDB, 2006).

Las características para la elección del sitio de referencia son de suma importancia. En el presente caso, la condición original de la zona de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO era la de un bosque tropical húmedo con un nivel de alteración bajo; no prístino, ya que existían pueblos nativos en la zona, así como actividades de extracción de caucho y otros productos Amazónicos. En este contexto cabe resaltar que se ha documentado la destrucción de la vida silvestre hasta en bosques tropicales maduros. Estas condiciones existentes cambiaron a medida que la zona se abrió al desarrollo de la explotación petrolera, la colonización, la industria maderera y otras actividades económicas. De hecho, el uso de la tierra ha tenido cambios importantes desde los años sesenta, y en la actualidad grandes zonas de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO se caracterizan por ser zonas agricultoras y ganaderas, y solo quedan remanentes alterados de lo que fueron los bosques originales.

Tales condiciones también se comprueban en muchos de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que se han realizado dentro del área de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO. El Decreto 1215 requiere que los EIA, entre otros, determinen la línea base antes de proyectos de desarrollo petrolero para permitir la identificación y cuantificación de impactos que podría causar esta actividad. Como parte de la preparación de este informe, se revisaron varios EIA preparados para proyectos de Petroecuador en pozos ubicados dentro de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO (Ecuambiente, 2002, 2003a, 2003b; 2003c; 2004; 2005; Richisarm, 2003; y Yawë, 2004).

Las conclusiones de estos estudios coinciden en que grandes zonas de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO (incluyendo los campos de Lago Agrio, Sacha y Shushufindi) actualmente están plenamente intervenidas, y el uso actual de los suelos es mayormente para fines agropecuarios, habiéndose así modificado totalmente las características originales por la transformación del bosque para dicho uso. Las actividades agrícolas no están relacionadas con la industria petrolera. Estos estudios generalmente mencionan algunas áreas de bosques, principalmente de tipo secundario que se mantienen dentro del área de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO, tal como también se observó en este estudio. También recalcan la presencia de especies faunística que se limitan a aquellas que son características de zonas intervenidas. Estos estudios confirman que en la mayor parte de la zona de la antigua Concesión, los ecosistemas originales han sido modificados y las especies vegetales y faunísticas han desaparecido o han sido desplazadas como consecuencia del fomento de la colonización y el desarrollo agropecuario.

El uso de un bosque maduro poco alterado, como sería una zona protegida (p.ej. Yasuní) o un territorio indígena reservado (p.ej. el territorio Cofán), como línea base para la comparación sólo sería apropiado en caso de contar con una zona de estudio que se caracterice por ser un bosque maduro poco alterado (al igual que línea base) pero donde haya existido producción petrolera. Claramente, la zona de la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO no tiene éstas características y por lo tanto no es apropiado usar un bosque maduro poco alterado como línea base para este estudio. Esto es porque se evaluarían todos los cambios en los recursos biológicos, y no hay manera de separar los impactos relacionados directamente con la extracción petrolera de la suma de todos los impactos indirectos no vinculados a la industria petrolera. Entre los procesos ajenos a la industria petrolera figuran la deforestación causada por la colonización y la agricultura; impactos ocurridos en años posteriores a la operación del Consorcio Petroecuador-TEXACO, la extracción maderera, la urbanización, y otras actividades que afectan negativamente a la diversidad biológica del bosque original.

Como los supuestos daños vinculados a la industria petrolera serían el producto directo de la explotación petrolera, lo cual no queda claro en la Plan de Trabajo del Sr. Cabrera, una línea base para



una evaluación de daños a los recursos biológicos tendría que permitir separar los impactos directos de las actividades petroleras de otros impactos. En este estudio se procedió a definir una línea base que presenta características fisiográficas, ecológicas, y de uso de tierra similares a zonas de explotación petrolera, pero sin tener una historia de explotación petrolera, tal como se detallará en la siguiente sección.

En la fase inicial de este estudio también se intentó identificar sitios para realizar una evaluación comparativa de los impactos a los recursos biológicos entre una zona no intervenida y una zona únicamente afectada por la industria petrolera. Dicha evaluación también podría cuantificar impactos directamente ligados a la industria petrolera, ya que el único impacto tendría que ser la misma explotación petrolera. Sin embargo, estos tipos de sitios comparativos no existen dentro de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco, ya que la mayor parte de la zona está intervenida debido a la expansión de la frontera agrícola, y cada área con explotación petrolera también tiene desarrollo agropecuario. Para ubicar tales áreas habría que alejarse mucho de la zona de interés.

### 3.0 Los componentes de un estudio de impactos a los recursos biológicos

Una evaluación completa de la diversidad biológica, actividad necesaria para identificar la supuesta existencia de impactos a la fauna y flora, comprende de una serie de estudios. No se pueden evaluar los impactos a los recursos biológicos sólo con un inventario de especies, sino es necesario mantener un marco de la diversidad biológica en su totalidad.

Varias organizaciones internacionales presentan guías y pautas para la evaluación de la diversidad biológica, como el Banco Mundial (World Bank, 1998); la organización “Conservation Internacional (n.a.)”; la CDB (SBSTTA, 2000), y la Unión Europea (EASAC, 2004).

El SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical, and Technological Advice) de la CDB (SBSTTA, 2000) propuso, en 1997, que la diversidad biológica, incluyendo los impactos a los recursos biológicos se debe evaluar<sup>5</sup> a través de una comparación de tres grupos de indicadores universales y complementarios<sup>6</sup>:

- Indicadores del estado del ecosistema; es decir, la evaluación de la calidad actual del ecosistema, la extensión del ecosistema, y la preponderancia de especies amenazadas o vulnerables.
- Indicadores de la presión al ecosistema; es decir, la evaluación de factores socioeconómicos que afectan a la diversidad biológica, como la pérdida de hábitat, sobreexplotación de recursos, y otros factores antrópicos.
- Indicadores del uso del ecosistema; es decir, indicadores de la valorización de los recursos biológicos, tanto bienes como servicios ecológicos.

#### 3.1 Indicadores del estado del ecosistema

Estos indicadores comparan el estado actual de los recursos biológicos entre un área de comparación con una línea base. El estudio realizado para este informe considera estos tres factores. Cabe resaltar que el plan de trabajo del Sr. Cabrera consideró el segundo punto que se presenta a continuación, y parte del primer punto (no consideró el tercer punto). Sin embargo, en su *Informe Sumario* el Sr. Cabrera no presenta ninguna información en relación a ninguno de estos tres indicadores del estado del ecosistema. Estos indicadores incluyen tres tipos de variables:

- **La abundancia, equitabilidad, y distribución de especies.** El cálculo de estos factores, idénticos a los índices científicos de diversidad presentados en la Sección 2.2, incluye la identificación y cuantificación de especies tanto comunes como raras, y el cálculo de sus abundancias relativas. Estos factores se usan para determinar incrementos o disminuciones en relación a las características de la línea base. Los índices de diversidad pueden utilizarse como indicadores sensibles para cuantificar cambios en los recursos biológicos. El estudio realizado como parte de este informe se enfoca en estos factores.
- **La riqueza de especies.** Este factor, también descrito en la Sección 2.2, consiste en la comparación de las especies observadas en cierta área con las especies presentes en la línea base. Como destaca el SBSTTA (SBSTTA, 2000), los listados de especies identificadas (presencia / ausencia), en sí, no son suficientes para propósitos cuantitativos. Es importante

---

<sup>5</sup> La CDB instruye a sus países miembros que desarrollen estrategias nacionales para la diversidad biológica que incorporen indicadores apropiados para evaluar y valorizar sus recursos biológicos.

<sup>6</sup> Existe un cuarto grupo, indicadores de respuesta a la amenaza que evalúa el proceso de conservación o protección para el ecosistema. Este indicador no se consideró en este estudio.

identificar las especies de importancia especial (especies raras, endémicas, o de interés científico o económico), y es imprescindible entender su abundancia relativa y su estado de vulnerabilidad. El análisis realizado como parte de este estudio considera la riqueza de las especies.

- **La estructura del ecosistema.** Se pueden identificar factores a nivel de ecosistema que indican el grado de funcionamiento en relación a la línea base. Estos factores, generalmente evaluados por medio de las imágenes aéreas, incluyen la distribución de hábitats, la relación entre bosques maduros y bosques secundarios, la presencia de monocultivos, el grado de alteración y acceso, el tamaño de las unidades naturales remanentes, y otros factores.

### 3.2 Indicadores de presión al ecosistema

Estas cuatro clases de indicadores permiten identificar y monitorear el nivel de amenaza a la integridad de los ecosistemas y su diversidad biológica (SBSTTA, 2000). Generalmente estos factores no son fáciles de cuantificar por la falta de datos históricos, y por la enorme cantidad de tiempo de monitoreo que se requiere para cuantificar las tasas de cambio. Sin embargo, para este estudio las imágenes históricas de la antigua Concesión Petroecuador- Texaco permiten evaluar, por lo menos, el primer punto.

- **Pérdida de hábitat.** Estos factores miden la tasa de desaparición o conversión de los bosques remanentes en términos del porcentaje o área remanente.
- **Sobre-utilización del hábitat.** Estos factores evalúan si el uso de tierra es sostenible, o si los recursos biológicos son sobre-utilizados.
- **Introducción de especies.** Este factor evalúa la presencia y la distribución de especies invasoras o no nativas, así como también la dominancia relativa de las especies no nativas en los hábitats.
- **Contaminación ambiental.** Este factor evalúa la presencia de materiales tóxicos de todo tipo en el hábitat por medio del proceso de análisis de riesgo ecológico. Este tema se incluye en otros documentos y no se evalúa en este estudio.

### 3.3 Indicadores del uso del ecosistema

Estos indicadores evalúan el uso que se da al ecosistema, y se valoriza dichos usos en términos económicos. Cabe destacar que la valorización normalmente no consta únicamente de la diversidad biológica en sí. La valorización enfoca el valor económico de los bienes y servicios generados por los recursos, servicios y funciones biológicas (Secretariado de la CDB, 2007). Ejemplos de la valorización económica incluyen el valor del turismo, la cosecha de animales y plantas silvestres, el valor del uso tradicional de plantas medicinales, y otros. La evaluación de estos factores es de propósito económico y no se considera como parte de este estudio<sup>7</sup>. Sin embargo, la valorización de los recursos biológicos requiere este tipo de evaluación para determinar el alcance de los impactos.

### 3.4 Comparación de la evaluación biológica en este estudio con respecto al estudio del Sr. Cabrera

En la Tabla 1 se presenta un cuadro comparativo entre la evaluación realizada para este estudio y la evaluación supuestamente realizada por el Sr. Cabrera. Debido a que no se han hecho disponibles los informes biológicos (Gallo, 2007 y Martínez, 2007) a los que el perito hace referencia en su *Informe Sumario del Examen Pericial*, las incógnitas del Plan de Trabajo no se han resuelto. Se puede ver que la evaluación propuesta por el Perito en su Plan de Trabajo, no cumple con las condiciones necesarias para identificar, cuantificar, o valorizar los impactos que se afirma han ocurrido a la fauna silvestre, la vegetación, y los demás recursos biológicos. Las "conclusiones" de las investigaciones ecológicas del

---

<sup>7</sup> Otros documentos preparados dentro del marco de la respuesta al *Informe Sumario* evalúan el tema de la valorización.

Sr. Cabrera, presentadas en el *Informe Sumario del Examen Pericial* sin sustento, indican que no se consideraron los puntos clave para evaluaciones biológicas válidas.

**Tabla 1 Cuadro comparativo entre este estudio y el estudio del Sr. Cabrera**

<b>Factores</b>	<b>Este estudio</b>	<b>Evaluación del Sr. Cabrera<sup>a</sup></b>
<i>Selección de línea base</i>	Sí. La línea base y la zona de estudio tienen paisajes similares, y difieren solamente en la presencia de actividades petroleras.	Se desconoce. Para la vegetación, el Plan de Trabajo propuso la comparación de un bosque alterado con un bosque maduro que no responde a la cuestión en prueba. Sin embargo, el <i>Informe Sumario</i> no presenta esta información.
<i>Definición de hipótesis</i>	Sí – el impacto a los recursos biológicos es similar entre zonas con y sin actividades petroleras, pero con un patrón similar de desarrollo agropecuario y paisajístico.	Se desconoce. El <i>Informe Sumario</i> no presenta esta información.
<i>Evaluación de abundancia, equitabilidad, y distribución</i>	Sí	Se desconoce. Se propone en el <i>Plan de Trabajo</i> , pero sin una línea base adecuada no responde a la cuestión en prueba. Sin embargo, el <i>Informe Sumario</i> no presenta esta información.
<i>Evaluación de la riqueza de especies</i>	Sí	Se desconoce. Se propone una comparación usando especies indicadoras en el <i>Plan de Trabajo</i> . Sin embargo, el <i>Informe Sumario</i> no presenta esta información.
<i>Evaluación de la estructura del ecosistema</i>	Sí, en parte	Se desconoce.
<i>Evaluación de la pérdida de hábitat</i>	Sí, evaluación de cambio en el uso de la tierra	Se desconoce.
<i>Otras evaluaciones de presión al ecosistema</i>	No <sup>8</sup>	Se desconoce.
<i>Evaluación de uso</i>	No	Se desconoce.
<sup>a</sup> El <i>Informe Sumario</i> del Sr. Cabrera no resuelve las incógnitas del plan de trabajo, porque no incluye ningún detalle sobre la supuesta evaluación que se llevo a cabo. Además, hasta la fecha no se presentan los informes que supuestamente podrían contener esta información ante la Corte.		

<sup>8</sup> Otros documentos preparados dentro del marco de este proceso legal han evaluado el riesgo ecológico debido a la contaminación, los impactos relacionados con la ganadería y la agricultura, y otros temas.

## 4.0 Los impactos a los recursos biológicos en la antigua Concesión Petroecuador-TEXACO

### 4.1 Introducción

En esta sección se presenta un resumen de los estudios biológicos terrestres puntuales realizados en diciembre de 2007 en la zona de estudio y la zona de control (véase la Figura 1 para la ubicación), siguiendo el proceso de la Evaluación Ecológica Rápida (Sayre y col, 1992), pautas de Feinsinger (2001), y metodologías reconocidas en el Ecuador (por ejemplo Gentry, 1986). Los datos completos de estos estudios se presentan en el Anexo B. Además, se presentan los resultados de la evaluación del ecosistema y del grado de amenaza al ecosistema, utilizando sensores remotos. Esta evaluación sigue el esquema de evaluación descrito por el SBSTTA (SBSTTA, 2000) que se presentó en la Sección 3.

Para este estudio se realizó una evaluación comparativa de cinco grupos taxonómicos terrestres: flora, avifauna, mastofauna, herpetofauna, y un estudio entomológico de dos grupos taxonómicos de escarabajos indicadores. Los estudios fueron realizados por biólogos ecuatorianos que son expertos en la ecología del Oriente; sus currícula, junto con los datos recolectados durante sus estudios, se adjuntan en el Anexo B. Los estudios se realizaron en diciembre de 2007. El esfuerzo de muestreo fue idéntico en las dos zonas para asegurar que los resultados fueran comparables y los muestreos se realizaron durante 3 días y noches en cada zona. Todo hábitat de importancia en la zona de estudio fue evaluado, como se indica en la Tabla 2:

**Tabla 2 Alcance de la evaluación biológica comparativa**

	<b>Bosque maduro remanente</b>	<b>Bosque maduro de pantano</b>	<b>Bosque secundario</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Pastizales</b>
<i>Código</i>	<i>Bmr</i>	<i>Bmp</i>	<i>Bs</i>	<i>C</i>	<i>P</i>
<b>Zona de estudio (SA-53) (Figura 2)</b>					
<i>¿El hábitat está presente?</i>	Sí	Sí (moretal)	Sí	Sí	Sí
<i>Cobertura</i>					
<i>Estudios de</i>					
<i>Flora</i>	Cuantitativo	--	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
<i>Avifauna</i>	Transecto cuantitativo de 1 km, pasando por todos los hábitats excepto Bs. Redes en P y Bmr				
<i>Mastofauna</i>	Cuantitativo	Cuantitativo	Cualitativo <sup>9</sup>	Cuantitativo	Cuantitativo
<i>Herpetofauna</i>	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
<i>Entomología</i>	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
<b>Zona de control (Figura 3)</b>					
<i>¿El hábitat está presente?</i>	Sí	No. (bosque aluvial presente)	Sí	Sí	Sí
<i>Cobertura</i>					
<i>Estudios de</i>					
<i>Flora</i>	Cuantitativo	--	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
<i>Avifauna</i>	Transecto cuantitativo de 1 km en todos los hábitat excepto Bs. Redes en P y Bmr				
<i>Mastofauna</i>	Cuantitativo	Cuantitativo	Cualitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
<i>Herpetofauna</i>	Cuantitativo	--	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo
<i>Entomología</i>	Cuantitativo	--	Cuantitativo	Cuantitativo	Cuantitativo

<sup>9</sup> El estudio cualitativo se limita a identificar especies, pero no cuantifica la población.

Como parte de este estudio, se revisaron y evaluaron minuciosamente una gran cantidad de fuentes académicas especializadas en temas relacionados a la ecología de la región amazónica. Durante la búsqueda, se hizo énfasis en estudios y publicaciones disponibles al público en general. En el Anexo D se incluye un listado de las fuentes consultadas durante la preparación de este estudio.

## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Métodos de evaluación ecológica

A continuación, se presenta un breve resumen de la metodología de los estudios. La metodología completa se detalla en el informe presentado para cada estudio, dentro del Anexo B. Estos estudios siguieron las pautas y el nivel de esfuerzo que son ampliamente aceptables para las Evaluaciones Ecológicas Rápidas en el Ecuador; por lo tanto, los resultados cuantitativos son comparables con otros estudios de diversidad en el país. El objetivo comparativo de los estudios y la duplicación del esfuerzo que se realizó en cada zona asegura que los resultados permitan una comparación cuantitativa entre las zonas con y sin explotación petrolera.

El estudio de flora se realizó mediante transectos de 100 m en cada hábitat, donde se identificó cada individuo mayor a 2,5 cm d.a.p (diámetro altura pecho) en una franja de 10 m de ancho, es decir, un total de 0,1 ha. Los pastizales se evaluaron de manera diferente, tal como se explica en detalle en el informe.

Para el estudio de avifauna se utilizó un transecto de observación de 1 km en cada zona, el cual recorría todos los hábitats (con excepción del bosque secundario). Se registraron, visualmente y auditivamente, las aves durante la mañana y las tarde. Además, se instalaron seis redes de neblina de 6m por 2,5m entre el bosque maduro remanente y los pastizales durante el día, para capturar e identificar distintos individuos.



El estudio de mastofauna consistió en observaciones cualitativas a lo largo del transecto establecido para las aves. Además, se instalaron siete redes de neblina de 12 m por 2,5 m durante la noche para capturar e identificar murciélagos y aves nocturnas. Se instalaron trampas Sherman y Tomahawk en cada hábitat y se dejaron por tres días y tres noches.



El estudio de herpetofauna consistió en observaciones cuantitativas de reptiles y anfibios durante recorridos de transectos de 50 m en cada hábitat. Los recorridos se realizaron durante el día y la noche.

El estudio entomológico consistió en la captura de escarabajos de las familias Carabidae y Cerambycidae mediante la fumigación de árboles y vegetación en cada hábitat. Se realizaron capturas en cada hábitat, excepto que la captura en zonas abiertas se realizó en una zona de mezcla de cultivos y pastizales.



Foto 5 Instalación de sábanas para el estudio entomológico



Foto 6 Escarabajo de la familia Carabidae

Cabe destacar que el Sr. Cabrera propuso evaluar cuatro de estos grupos taxonómicos (su propuesta no incluyó una evaluación de la flora), así como también dos grupos adicionales: peces y macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo, como ya se mencionó, el *Informe Sumario* del Sr. Cabrera en ningún momento presenta los datos específicos de estas supuestas evaluaciones ni se han hecho públicos los estudios de Gallo y Martínez (2007) a los que el Sr. Cabrera hace referencia en su informe.

#### 4.2.2 Definición de la línea base

La demanda contra Chevron alega daños a la fauna, la vegetación natural, y otros factores que forman parte de los recursos biológicos, y los atribuye a la extracción petrolera. Debido a la presencia de otros factores antropogénicos que no están relacionados a la extracción del petróleo y que afectan a los recursos biológicos, es necesario definir una línea base apropiada que permita identificar y diferenciar cualquier impacto, de existir, directamente atribuible a las actividades hidrocarbúrficas.

La Figura 5 muestra el uso de tierra que se observa actualmente en el área de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco. Como se puede observar, las actividades antropogénicas dominan el paisaje. El bosque remanente en la actualidad ocupa un 44,1% de la zona de la Concesión Petroecuador-Texaco, mientras que un 53,6% son zonas de cultivos o pastizales de uso agro-ganadero (Ellis, 2008). La extracción petrolera continúa en la zona, principalmente por Petroecuador, pero también por otras empresas. La extracción petrolera está concentrada en los campos petroleros, tales como Sacha, Shushufindi, Auca, y otros. También se observan extensas zonas sin yacimientos, pozos petroleros u oleoductos y tuberías. Se observa que el paisaje en estas zonas es similar al paisaje de la zona de yacimientos, es decir una mezcla de remanentes de bosque maduro (Foto 7), bosque secundario (Foto 8), cultivos (Foto 9) y pastizales (Foto 10).



Foto 7 Bosque maduro remanente



Foto 8 Bosque secundario



Foto 9 Zona de cultivos mixto (cacao y banana)



Foto 10 Dos tipos de pastizal (bosque de pantano al fondo)

La línea base necesita incorporar precisamente este mosaico paisajístico, para que la única diferencia entre las dos áreas sea la historia de extracción petrolera. Al mismo tiempo, ambas zonas (la zona de estudio y la línea base) deben tener una mínima extensión, dependiendo de los grupos faunísticos que se están evaluando (Terborgh, 1992). Una comparación retrospectiva de la diversidad biológica entre las dos áreas de paisaje similares permite evaluar puntualmente los eventuales efectos que son específicos de la extracción petrolera. Este estudio presenta tal comparación.

Para las evaluaciones se

escogió una zona de estudio con una larga historia de explotación petrolera localizada en el campo Sacha, centrado en la zona del pozo activo SA-53.

Dentro de una zona de 4 x 4 km (16 km<sup>2</sup>) en esta área del campo Sacha existen más de 20 pozos petroleros con plataformas, piscinas, caminos de acceso, tuberías, y oleoductos (Figura 1). Dentro de esta área se identificó una zona de estudio de 2 x 2 km (4 km<sup>2</sup>) donde se encuentran dos pozos, el pozo SA-53 y el pozo SA-63, ambos activos en la actualidad (Figura 2). Mediante el análisis de imágenes satelitales "Quickbird" de Junio de 2007 se definió el uso de suelos dentro de esta zona de estudio (Figura 4). El Anexo C presenta un resumen metodológico del proceso de análisis de imágenes.

Para la línea base, se ubicó una zona de 4 x 4 km al este del campo Sacha, en una zona con fisiografía, suelos, y paisaje similares al área de estudio (Figura 3 y 4), pero sin presencia actual o histórica de pozos petroleros, estaciones, oleoductos u otra infraestructura o actividades de la industria petrolera. Dentro de esta área se ubicó una zona de 2 x 2 km con un uso de tierra lo más parecido posible a la zona de estudio. Esta zona se definió como la "zona de control", es decir, la línea base. La Tabla 3 es un cuadro comparativo de las condiciones en las dos zonas, mientras que las características físicas, biológicas y de aptitud de ambas zonas se presentan en la Tabla 4.



**Tabla 3 Uso actual de tierra en las zonas evaluadas**

Uso de Tierra (Nivel 1)	Zona de Estudio (SA-53)			Zona de control			
	Código	Cobertura	Unidad máxima	Unidad promedio	Cobertura	Unidad máxima	Unidad promedio
Cultivos y pastizales <sup>1</sup>	C y P	78,9%	28 ha	0,1 ha	68,9%	253 ha	6,5 ha
Bosques remanentes <sup>2</sup>	Bmr Bmp	19,5%	51,5 ha	1,1 ha	27,4%	57 ha	3,2 ha
Agua y pantanos abiertos	A	0,4%	0,1 ha	0,01 ha	3,1%	10 ha	
Área desarrollada <sup>3</sup>	D	1,3%	0,9 ha	0,04 ha	0,9%	3 ha	0,1 ha

<sup>1</sup> Incluye los bosques secundarios en zonas desbrozadas.  
<sup>2</sup> Incluye bosques maduros de tierra firme y bosques de pantano.  
<sup>3</sup> Incluye caminos, poblaciones, estructuras, e infraestructura del petróleo (plataformas, pozos).

Como se puede observar, las dos áreas son relativamente parecidas en su patrón de desarrollo. El bosque remanente abarca un 19,5% en la zona de estudio, pero es un poco mayor en la zona de control, donde abarca un 27,4% del área. Las unidades de bosques están más fragmentadas en la zona de estudio (el tamaño promedio es de 1,1 ha, con una unidad máxima de hasta 51,5 ha) relativo a la zona de control que cuenta con fragmentos remanentes de tamaño promedio mayor (3,2 ha), pero con una unidad máxima similar (57 ha). Las zonas utilizadas para cultivos anuales, pastizales, plantaciones de palmito, palma africana, cacao, café y banana ocupan la mayor parte de la zona (79% en la zona de estudio y 69% en la zona de control). El tamaño máximo de la unidad con actividades agropecuarias es mucho mayor en la zona de control (253 ha) que en la zona de estudio (28 ha). Las zonas pantanosas y desarrolladas conforman un porcentaje menor en el patrón de desarrollo de la zona de estudio y la zona de control. Las plataformas petroleras ocupan el 0,2% de la zona de estudio (pero están ausentes en la zona de control ya que es un requisito del estudio).

### 4.3 Descripción general de las áreas de estudio

Como se explicó en la Sección 2, el objetivo de este estudio es la comparación cuantitativa de la diversidad biológica entre dos zonas de patrón paisajístico y ecológico similares, donde la variable clave es la presencia de explotación petrolera. Con este fin, este estudio se enfocó solamente en uno de los paisajes ecológicos presentes en el área de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco. Vale la pena destacar que la zona de la antigua Concesión contiene otros ecosistemas y unidades ecológicas. Sin embargo, no se escogieron otros paisajes ecológicos para el estudio en parte debido a que no existen otras zonas con un patrón ecológico comparable fuera de áreas con desarrollo petrolero que puedan ser utilizadas como línea base. Sin embargo, según la hipótesis, se esperaría una conclusión similar en otros paisajes ecológicos. Esto en vista de que el ecosistema escogido se encuentra en una mayor extensión dentro de la zona de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco y el uso tanto petrolero como agropecuario es el más intenso de la región. La Tabla 4 presenta datos comparativos para las zonas evaluadas.

**Tabla 4 Cuadro comparativo de las características de las zonas de estudio y control**

	<b>Zona de estudio SA-53</b>	<b>Zona de control</b>	<b>Fuente</b>
<b>Ubicación</b>			
<i>Provincia</i>	Orellana	Sucumbíos	
<i>Cantón</i>	La Joya de los Sachas	Shushufindi	
<b>Características físicas</b>			
<i>Clima</i>	Húmedo tropical	Húmedo tropical	
<i>Cuenca</i>	Napo, subcuenca Río Jivino	Napo	
<i>Geología</i>	Formación Chambira (sedimentos pliocenos)	Sedimentos oligocenos y pliocenos	
<i>Geomorfología</i>	K1 Llanuras onduladas o planas, bien drenadas, con suelos "typic dystrandeps y dystropepts", arcillosos, de fertilidad alta <sup>10</sup>	K1 Llanuras onduladas o planas, bien drenadas, con suelos "typic dystrandeps y dystropepts", arcillosos, de fertilidad alta	Mapa edafológico de Ecuador 1983
<i>Suelos</i>	Typic dystropepts (todo cultivo con manejo adecuado)	Typic dystropepts (todo cultivo con manejo adecuado)	ECORAE
<b>Características biológicas y de uso de tierra</b>			
<i>Tipo de ecosistema</i>	Zona intervenida	Zona intervenida	ECORAE
<i>Zoogeografía</i>	Piso Tropical Oriental	Piso Tropical Oriental	Albuja y col., 1980
<i>Zona de vida Holdridge</i>	Bosque húmedo tropical	Bosque húmedo tropical	Cañadas, 1983
<i>Formación vegetal</i>	Bosque siempreverde de tierras bajas	Bosque siempreverde de tierras bajas	Sierra y col., 1999
<i>Fertilidad del Suelo</i>	Franco ácido con material alofánico y arcilloso ácido (Lhx-Cahik)	Franco ácido con material alofánico y arcilloso ácido (Lhx-Cahik)	Vallejo, 1997
<i>Uso actual de la tierra</i>	Cultivos de zona cálida (CZC) y pastos cultivados (PC)	pastos, cacao (20%), café (10%), palma y cultivo de subsistencia (10%)	ECORAE
<i>Uso potencial de la tierra</i>	C2	C2 - Zonas cultivadas con manejo y conservación	ECORAE
<i>Zonificación ecológica-económica</i>	Zona de producción sustentable, finca integral de ciclo largo	Zona productiva, desarrollo agrícola extensivo finca integral	ECORAE
<b>Características socioeconómicas</b>			
<i>Estado Legal de la Tierra</i>	Colonos con tierras adjudicadas por IERAC	Colonos con tierras adjudicadas por IERAC	ECORAE
<i>Conflictos en uso de tierra</i>	Subutilización intermedia (SUM) a Uso Adecuado	Subutilización baja (SUB)	ECORAE
<i>Sistema productivo sustentable</i>	Cultivos con ciclo largo	Desarrollo agrícola extensivo	ECORAE
<i>SNAP</i>	No hay zonas protegidas	No hay zonas protegidas	ECORAE

Los factores en la tabla anterior comprueban que la zona de estudio y la zona de control son similares en los factores biológicos, físicos y socioeconómicos.

<sup>10</sup> Esta parte de la antigua Concesión Petroecuador - Texaco se califica en el mapa edafológico del Ecuador como de fertilidad "alta". Es por esta razón esta región ha visto un alto grado de colonización. El tema de la fertilidad de los suelos se discute más a fondo en otros documentos relacionados a este juicio.

## 4.4 Indicadores del estado del ecosistema

### 4.4.1 La riqueza de especies

#### Riqueza y abundancia de especies

La tabla que se presenta a continuación contiene un resumen de la riqueza de las especies e individuos registrados para cada grupo taxonómico en cada hábitat. Se observa poca diferencia en la riqueza de especies entre la zona de control y la zona de estudio para cada hábitat. Para algunos grupos taxonómicos se registraron más especies en la zona de estudio que en la zona de control. En general, y como era de esperarse, las zonas de cultivo y pastizales tienen una riqueza y abundancia significativamente menor que los bosques. Sin embargo, al comparar cada hábitat (Tabla 5) se puede afirmar que no parece existir una diferencia significativa entre ambas zonas. Esto indica que la presencia de explotación petrolera no afecta, en sí, la riqueza intrínseca de estos hábitats alterados.

**Tabla 5 Datos de riqueza y abundancia**

Hábitat	Cobertura	Flora <sup>3</sup>	Avifauna <sup>4</sup>	Mastofauna	Herpetofauna	Entomofauna <sup>2</sup>
<b>Zona de estudio</b>						
Bmr	19,5%	64 (128)	63 (337)	12 (29)	21 (29)	Ca11(27), Ce20(38)
Bmp		44 (86)		12 (36)		Ca20(55), Ce8(11)
Bs	78,9%	28 (119)		(cualitativo)	11 (15)	Ca19(43), Ce15(18)
C		7(7), H18(125)		2 (3)	5 (6)	Ca3(14), Ce2(5)
P		2(2), H19(46)				
<b>Zona de control</b>						
Bmr	27,4%	72 (158)	52 (312)	11 (28)	29 (39)	Ca19(16), Ce10(13)
Bmp <sup>1</sup>		--		14 (53)	--	--
Bs	68,9%	35(91)		(cualitativo)	16 (31)	Ca13(18), Ce8(20)
C		4(4), H9(257)		2 (2)	6 (16)	Ca4(8), Ce2(4)
P		5(5), H16(20)				
El primer número es la riqueza de especies S, el segundo número (en paréntesis) es el número N de individuos.						
<sup>1</sup> En la zona de control no existe bosque maduro de pantano. Existe una zona boscosa aluvial cercana a un estero. En esta zona sólo se evaluó la mastofauna.						
<sup>2</sup> Ca=familia Carabidae; Ce=familia Cerambycidae.						
<sup>3</sup> Individuos mayores a 2,5 cm d.a.p. H=capa herbácea.						
<sup>4</sup> La avifauna se registró globalmente para todos los hábitats.						

#### Sensibilidad y abundancia relativa

La tabla a continuación presenta dos índices simples de la calidad del ecosistema en base a la clasificación de las especies de acuerdo a conocimientos científicos ecológicos. La abundancia relativa de las aves simplemente indica cuantas especies son consideradas especies abundantes (A) o especies comunes (C), que en general son especies típicas de sitios alterados (Briones y col., 1997). Las especies raras (R) incluyen especies de sensibilidad alta y especies difíciles de observar. Dichas especies, casi sin excepción, se encuentran en los fragmentos de bosque maduro remanente.

La sensibilidad es un índice de la sensibilidad de las especies a la disturbancia y alteración del ecosistema. Para las aves y la herpetofauna se sigue el sistema de Stotz y col. (1996). Las especies sensibles (H) prefieren un hábitat en buen estado de conservación (en relación al bosque tropical típico de la región) y su presencia indica la existencia de sitios donde estas especies pueden continuar su existencia. Las especies de sensibilidad baja (L) son aquellas capaces de adaptarse a zonas alteradas. La categoría "M", es intermedia. Para la entomofauna solamente se define el porcentaje de especies

sensibles (S), caracterizadas por ser especies altamente especializadas para habitar determinados microhábitats. La pérdida o transformación de estos microhábitats muchas veces significa la desaparición de estas especies.

Se observa en la Tabla 6 que en todos los grupos taxonómicos dominan las especies de sensibilidad baja, generalmente las especies generalistas, lo que se esperaría en zonas intervenidas. Sin embargo, se nota la presencia de bastantes especies de sensibilidad alta, indicadoras de que los remanentes de bosque proveen hábitat para estas especies. La ausencia de especies de anfibios de alta sensibilidad en ambas zonas se puede atribuir al requerimiento estricto de bosques no intervenidos y sin fragmentación para su existencia.

Cabe resaltar que la observación clave de estos índices es el alto grado de similitud entre la zona de control y la zona de estudio. No se observan diferencias significativas en la abundancia relativa o en las especies indicadoras que se encuentran en las dos zonas. Esto indica que la presencia de explotación petrolera no afecta los factores intrínsecos que definen los tipos de especies que habitan en determinados hábitat alterados.

**Tabla 6 Datos de sensibilidad y abundancia relativa**

	Avifauna	Mastofauna	Herpetofauna	Entomofauna
<b>Zona de Estudio</b>				
<b>Abundancia Relativa</b>				
A	17,5%		Cada especie se observó en menos de 5 indiv. c.u.	Este grupo no se evalúa en esta categoría
C	22,2%			
PC	41,3%			
R	19,0%			
<b>Sensibilidad y Conservación</b>				
H	9,5%	9,1%	0%	Bmr: 27% S Bs: 21% Bmp:39% C, P: 0%
M	32,5%	41%	19,2%	
L	54%	50%	80,8%	
<b>Zona de Control</b>				
<b>Abundancia Relativa</b>				
A	21,2%		Cada especie se observó en menos de 10 indiv. c.u.	Este grupo no se evalúa en esta categoría
C	21,2%			
PC	38,5%			
R	19,2%			
<b>Sensibilidad y Conservación</b>				
H	8%	17%	0%	Bmr: 30% S Bs: 17% S C, P: 0%
M	32%	38%	16,7%	
L	60%	46%	83,3%	

#### Estatus de conservación

La Tabla 7 indica el estado de conservación de las especies observadas en los estudios. Se identifican las especies que están en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2000), las que están en el Apéndice II de la CITES (CITES, 2006); y las que se mencionan en otros listados de especies vulnerables (Valencia y col., 2000 para flora; Coloma y Quiguango-Ubillus 2006 para los anfibios).

Ningún ave dentro de las listas mencionadas anteriormente se encontró en alguna de las dos zonas que fueron parte del estudio. Para la mastofauna se identificaron cuatro especies de monos que se encuentran listados en el Apéndice II de la CITES en la zona de estudio. En la zona de control se observaron cinco especies (4 monos y el perezoso *Bradypus variegatus*) que también están listados en el Apéndice II de la CITES. En el caso de la herpetofauna, en la zona de control se observó a la tortuga *Chelonoides denticulada*, que está listada como vulnerable por el IUCN y consta en el Apéndice II de

CITES, y a dos especies de ranas dendrobátidas listadas por CITES. En la zona de estudio se observaron tres especies de ranas dendrobátidas listadas por CITES (dos de estas especies también se encontraron en la zona de control). Adicionalmente, dos ranas del género *Rhinella*, clasificadas por Coloma y Quiguango-Ubillus (2006) como “DD” (no hay datos para determinar su estatus) fueron observadas en ambas zonas. En el caso de la flora, dos especies vegetales listadas por CITES, incluyendo al árbol selvático *Pouruma petiolulata* el cual se encuentra “casi amenazado”, se observaron en la zona de estudio.



Foto 11 Ameerega hahneli (rana dendrobátida listada por CITES)



Foto 12 Chelonoides denticulada (tortuga listada como vulnerable por IUCN)

En resumen, el estudio identificó varias especies vulnerables, pero tampoco para este parámetro se registran diferencias significativas entre la zona de estudio (con petróleo) y la zona de control (sin petróleo).

**Tabla 7 Datos de estado de conservación**

<b>Grupo</b>	<b>IUCN</b>	<b>CITES II</b>	<b>Otros</b>
<i>Flora</i>	Estudio: 1 LC, Control: 1 NT	--	2 especies endémicas, una en ambas zonas, uno en la zona de control (Valencia y col., 2000)
<i>Avifauna</i>	Ninguna	Ninguna	--
<i>Mastofauna</i>	Ninguna	Estudio: 4 especies; Control: 5 especies	--
<i>Herpetofauna</i>	1 VU (tortuga en la zona de control) (Foto 12)	Estudio: 3 especies; Control: 3 especies (2 compartidas) (Foto 11)	Estudio: 1 rana “DD”; Control: 1 rana “DD”, (Coloma y col., 2006)
<i>Entomofauna</i>	No se registran	No se registran	No se registran

LC: preocupación menor; NT: casi amenazada; VU: vulnerable; DD: datos insuficientes

#### 4.4.2 La diversidad

##### Índices de diversidad

Con el objeto de elaborar una evaluación más cuantitativa de la diversidad biológica observada, se procedió a determinar los índices de diversidad de Shannon y de Simpson. Como se explicó en la Sección 2, estos índices cuantitativos son conocidos, aceptados mundialmente, y útiles para describir la diversidad<sup>11</sup>. El índice de Shannon ( $H'$ ) mide la diversidad y cuando los valores son altos implica diversidad alta. El índice de Gini-Simpson ( $D_s$ ) mide la equitabilidad de las especies y su cálculo es

<sup>11</sup> Estos índices son fáciles de calcular y se utilizan mucho. Sin embargo, cabe resaltar que como todo índice representan una simplificación del sistema y por ello no se deben considerar sin datos adicionales. Pero sirven en el presente caso para la comparación entre dos zonas similares.

muy sensible al número total de las especies encontradas. En general, un valor alto en el índice de Gini-Simpson indica que las especies están presentes en números parecidos y un valor bajo indica que unas pocas especies dominan el hábitat. Estos índices se pueden usar para comparar, cualitativamente, la diversidad entre las dos zonas. Los índices de Shannon-Weaver<sup>12</sup> y de Gini-Simpson<sup>13</sup> calculados se presentan a continuación en la Tabla 8.

**Tabla 8 Datos de diversidad**

Hábitat	Cobertura		Avifauna <sup>2</sup>	Mastofauna	Herpetofauna	Entomofauna <sup>3</sup>
<b>Zona de estudio</b>						
<i>Bmr</i>	19,5%		H'= 3,742 (A) D <sub>s</sub> =0,030	H'=2,2 (M)	H'=2,7 (M)	H'=2,29/2,56
<i>Bmp</i>				H'=1,7 (M)		H'=2,64/1,89
<i>Bs</i>		--		H'=2,3 (M)	H'=2,64/2,63	
<i>C</i>	78,9%			H'=0,9 (B)	H'=1,3 (B)	H'=1,04/1,05
<i>P</i>						
<b>Zona de control</b>						
<i>Bmr</i>	27,4%		H'=3,576 (A) D <sub>s</sub> =0,033	H'=2,1 (M)	H'=3,2 (M)	H'=2,01/2,13
<i>Bmp</i> <sup>1</sup>				H'=1,9 (M)	--	--
<i>Bs</i>		--		H'=2,4 (M)	H'=2,39/2,85	
<i>C</i>	68,9%			H'=0,7 (B)	H'=1,4 (B)	H'=1,2/0,34
<i>P</i>						
<p>H' es la diversidad Shannon-Weaver. Según el esquema de Magurran (1988) se califica como alta (A), mediana (M) o baja (B). D<sub>s</sub> es la diversidad de Gini-Simpson.</p> <p><sup>1</sup> En la zona de control no existe bosque maduro de pantano. Existe una zona boscosa aluvial cercana a un estero. En esta zona se evaluó la mastofauna.</p> <p><sup>2</sup> La avifauna se registró globalmente para todos los hábitats.</p> <p><sup>3</sup> El primer valor es para la familia Carabidae, y el segundo para la familia Cerambycidae.</p>						

Los índices indican que la diversidad de las aves en ambas zonas es bastante alta, pero que la población está dominada por unas pocas especies. Estas son especies oportunistas que se adaptan a las zonas intervenidas. Para la entomofauna, la mastofauna y la herpetofauna, la diversidad es intermedia en los hábitats de bosque, y baja en las zonas de cultivos y las zonas abiertas. Aunque no se calculó el índice Gini-Simpson para estos tres grupos taxonómicos, se puede establecer que en estos grupos la población es más equitativa, es decir hay menos dominancia por las especies abundantes.

Comparando los datos entre ambas zonas se observa que los valores de los índices son muy parecidos y los valores de diversidad indican que no hay diferencias significativas en diversidad y equitabilidad entre las dos zonas. Se concluye que la presencia de la industria petrolera tampoco afecta a la diversidad intrínseca de estas zonas intervenidas.

### Índices comparativos

Para evaluar comparativamente las dos zonas se acudió a dos índices simples que comparan la riqueza de especies en dos sitios y miden el grado de similitud entre ambos sitios. Estos son los

<sup>12</sup> Fórmula:  $H' = -\sum p_i \ln(p_i)$ , donde  $p_i$  es la proporción de individuos de la especie "i", en relación al número total de individuos de todas las especies.

<sup>13</sup> Fórmula:  $D_s = 1 - \sum (n_i (n_i - 1)) / (N(N - 1))$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de la especie "i", y N es el número total de especies. La escala va de 0 a 1, el 1 indica una equitabilidad completa, es decir cada especie está representada por un número idéntico de individuos.

índices de Jaccard (Cj)<sup>14</sup> y de Sorensen (Sj)<sup>15</sup>. Estos índices consideran a las especies que se encuentran en los dos sitios para determinar el grado de similitud. Estos índices no consideran la abundancia de especies, y por esto simplifican la situación, pero sirven como guía general del grado de similitud (Tabla 9).

**Tabla 9 Datos de similitud**

Hábitat	Flora <sup>2</sup>	Avifauna <sup>3</sup>	Mastofauna	Herpetofauna	Entomofauna
Bmr	Sj = 0,456	Cj=0,60 Sj=0,80	Sj = 0,609	Cj=0,452	Análisis estadístico (véase el texto)
Bmp <sup>1</sup>	--		Sj = 0,417	--	
Bs	Sj =0,222		Sj = 0,667	Cj=0,267	
C	H, Sj = 0,37 Ar, Sj = 0,33		Sj = 0,50	Cj=0,429	
P	H, Sj = 0,41				
<p>Sj: índice de Sorensen; Cj: índice de Jaccard.  <sup>1</sup> En la zona de control no existe bosque maduro de pantano. Existe una zona boscosa aluvial cercana a un estero. Esta zona se evaluó por separado solo para la mastofauna.  <sup>2</sup> H=capa herbácea, Ar=árboles  <sup>3</sup> La avifauna se registró globalmente para todos los hábitats.</p>					

Los índices de Jaccard y Sorensen son índices similares, pero no existen escalas de evaluación numéricas. Se puede decir que un índice alto indica que muchas especies se encuentran en ambos sitios, y un índice bajo que pocas especies ocurren en ambos sitios. Se observa que en los bosques maduros muchas especies se encuentran en ambos sitios, tanto para las aves como para la mastofauna en general. Esto indica un alto grado de similitud entre las dos áreas. La herpetofauna, que cuenta con animales de menos movilidad, generalmente es menos similar, principalmente porque estas especies son más especializadas para determinados microhábitats que no se encuentran en ambas áreas. Para la vegetación, se nota una alta similitud en el bosque maduro, mientras que la similitud en bosques secundarios es baja. Esto se debe a que las especies pioneras que se establecen en lugares despejados varían mucho dependiendo de las condiciones puntuales de suelo y drenaje. Esto adicionalmente explicaría la relativamente baja similitud de las hierbas pioneras que crecen en zonas de cultivos y pastizales.

Para la evaluación de la entomofauna se realizó una evaluación estadística más rigurosa para los dos grupos de coleópteros evaluados: la familia Carabidae y la familia Cerambycidae. Mediante una evaluación comparativa usando el análisis estadístico ANOSIM, el cual incorpora la riqueza de especies y la abundancia, se determinó que sí existen diferencias en la composición de especies en las dos zonas. Esto indica que la estructura de las comunidades de estas dos familias de insectos terrestres (Carabidae y Cerambycidae) varía entre la zona de control y la zona de estudio. Esta diferencia podría deberse a varias razones, pero en general los insectos expresan un alto nivel de heterogeneidad en bosques tropicales por sus hábitats especializados, donde la similitud entre parcelas de bosque prístino muchas veces es menos de 0,3 (Erwin y col. 2005).

#### 4.4.3 Los indicadores de la estructura de los ecosistemas

Los factores que se consideran para evaluar la estructura, complejidad, y heterogeneidad a nivel de ecosistema evalúan el grado de conservación del ecosistema. En el presente estudio factores tales como la distribución y cobertura de los hábitats se usaron durante el proceso de identificación de la línea base.

<sup>14</sup> Fórmula:  $C_j = j / (a+b-j)$ , donde a es el número de especies en el primer sitio, b es el número de especies en el segundo sitio, y j es el número de especies compartido entre ambos sitios.

<sup>15</sup> Fórmula:  $S_j = 2j / (a+b)$ , donde a es el número de especies en el primer sitio, b es el número de especies en el segundo sitio, y j es el número de especies compartido entre ambos sitios.

Pero hay otros factores que son valiosos para describir la diversidad ecológica. Entre ellos se destacan la fragmentación del ecosistema, es decir el tamaño de cada parcela de diferentes hábitats, la presencia de impactos que subdividen tales hábitats (p.ej. caminos); la distancia entre parcelas del mismo tipo de hábitat, etc. En general, se considera que la diversidad biológica disminuye cuando parcelas similares son pequeñas o están alejadas una de la otra. En las zonas intervenidas del antiguo Consorcio Petroecuador-Texaco prácticamente no existen parcelas remanentes de gran tamaño, por lo que se espera que la diversidad biológica sea menor en comparación a la selva prístina. De igual manera se considera que un bosque prístino solo puede existir si se encuentra a más de 20 km del camino o punto de acceso más cercano, y que cualquier otro bosque que no cumple con este requisito está intervenido de una u otra manera (SBSTTA, 2000).

En las zonas que fueron parte de los estudios, las parcelas de bosque remanente, que son la fuente de gran parte de la diversidad biológica, son pequeñas (véase la Tabla 1). En la zona de estudio, las parcelas de bosque remanente varían de pequeñas hasta 59,5 ha, con un promedio de 1,1 ha lo que representa un total de 20% de la zona de estudio. En la zona de control, la unidad máxima de bosque remanente tiene 57 hectáreas, pero el promedio es un poco mayor; 3,2 ha lo que representa un total de 27% de la zona de control. Estas parcelas son pequeñas en relación al tamaño necesario para conservar un buen nivel de diversidad en zonas de agricultura, que deben tener un tamaño mínimo de 100 ha (SBSTTA, 2000). Sin embargo, tal como se explicó en la sección anterior, la diversidad biológica es de intermedia a alta en estos remanentes de bosque y no se observa una diferencia entre la zona de control y la zona de estudio. Se puede concluir que la presencia de la explotación petrolera no ha afectado a los recursos biológicos, y que ambas zonas presentan una diversidad biológica similar y relativamente alta en vista al alto grado de fragmentación del hábitat.

#### **4.5 Indicadores de la amenaza al ecosistema**

La evaluación del grado de amenaza o deterioro de la diversidad biológica es parte integral de un análisis completo de los impactos a los recursos biológicos. La Evaluación Ecológica Rápida y la recolección de datos de campo relacionados con diversidad animal y vegetal no tocan estos temas, y sirven más bien para identificar aquellas áreas que merecen más atención desde el punto de vista de la conservación. Sin embargo, es importante entender a qué ritmo o tasa están disminuyendo los recursos biológicos para poder decidir la urgencia de las medidas de protección o recuperación. Este tema no está presente en el estudio propuesto por el Sr. Cabrera. Para este estudio, sin embargo, se han usado datos existentes para evaluar el grado de amenaza de la diversidad biológica. En las siguientes secciones se discutirán dos temas propuestos por SBSTTA (SBSTTA, 2000): la pérdida de hábitat y la sobre-utilización de los recursos.

Toda actividad antrópica en el Oriente (sea la colonización, la silvicultura, la cultura de subsistencia de las comunidades nativas, la industria, etc.) ha afectado de alguna manera a la flora y fauna. Entre los impactos destacan:

##### **4.5.1 Pérdida de Hábitat**

La pérdida y fragmentación del hábitat en ecosistemas remanentes poco intervenidos perjudican a los recursos biológicos (Trombulack y col., 2004; Terborgh, 1992). Las causas de estos impactos, es decir cambios relativos al bosque poco intervenido original, son múltiples y se expresan en conjunto. La explotación petrolera sería tan solo una de las causas del impacto ambiental. En una ponencia en la Conferencia Internacional de la Reforma Agraria y el Desarrollo Rural del Ecuador, el representante de Ecuador expresó lo siguiente con respecto a la fuente principal de los impactos a los hábitats naturales:

*“En el país, las actividades agropecuarias causan serios impactos en las condiciones ambientales de las cuales ellas mismas dependen para su supervivencia...”*(Gangotena y Cárdenas, 2006)

La fragmentación de los hábitats afecta a la fauna y flora dando lugar a una disminución en el número de individuos de cada especie y a la desaparición de especies que no pueden competir con otras especies o subsistir en los fragmentos remanentes (Estrella y col., 2005).



La evaluación del grado de amenaza a la diversidad biológica es facilitada por la cuantificación de los cambios en el uso de la tierra y la tasa anual de cambios a los ecosistemas importantes. Los cambios del uso de tierra se pueden evaluar en términos de cambios absolutos a la cobertura vegetal de distintos hábitats (en hectáreas), la tasa de cambio anual en la extensión de los hábitats, en relación a su extensión inicial y la tasa de cambio anual de la cobertura de los hábitats en relación de la cobertura remanente.

En base a las imágenes satelitales Landsat de 1973, 1979, 1987, 2002 y la imagen Quickbird de 2007 se realizó una evaluación de los cambios en la cobertura de bosques remanentes en las zonas evaluadas. La Tabla 10 y la Tabla 11 presentan un resumen de los resultados de esta evaluación. Las Figuras 6A y 6B muestra varias imágenes satelitales de distintas épocas que ilustran los cambios en el uso de suelo en las dos áreas.

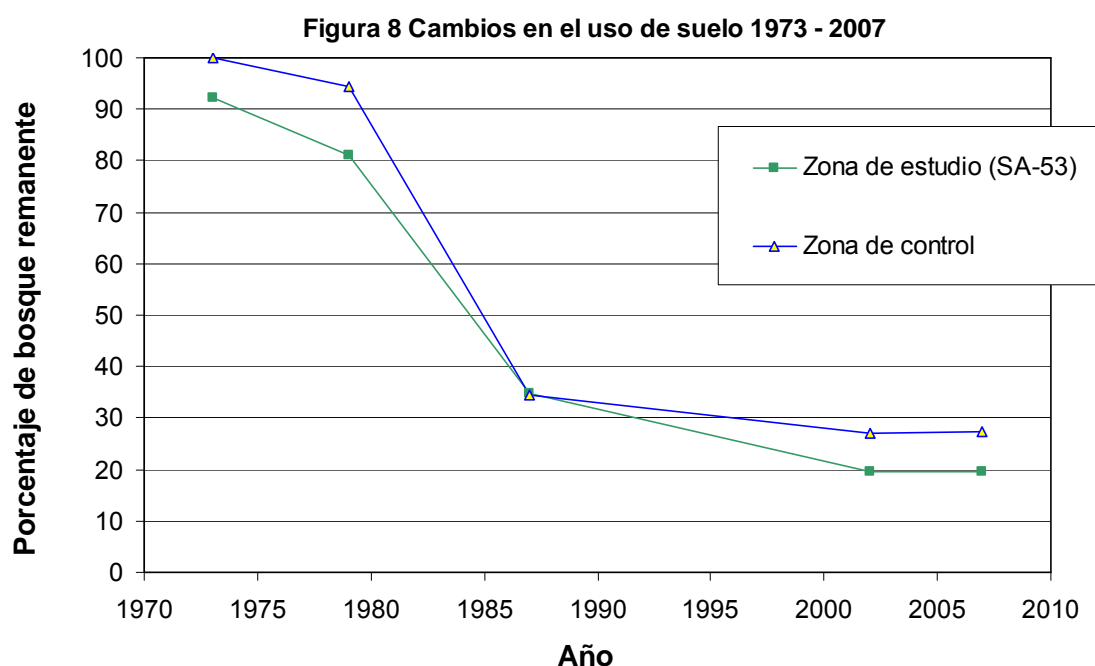
**Tabla 10 Porcentaje de las áreas evaluadas con bosques remanentes**

<b>Año</b>	<b>Zona de estudio (SA-53)</b>	<b>Zona de control</b>
(% con bosque remanente)		
1973	92,1	100
1979	81	94,4
1987	34,9	34,6
2002	19,6	27
2007	19,5	27,4
En base a imágenes satelitales Landsat excepto para 2007, que está basada en la imagen Quickbird.		

**Tabla 11 Cambios relativos en la cobertura forestal en las zonas evaluadas**

	<b>Período</b>			
	<b>1973-1979</b>	<b>1979-1987</b>	<b>1987-2002</b>	<b>2002-2007</b>
<b>Zona de estudio (SA-53)</b>				
% de la cobertura presente en 1973 desbrozada por año	1,9	5,8	1	0
Hectáreas desbrozadas por año (promedio anual)	7,4	23	4,1	0
% de la cobertura remanente desbrozada por año en el período indicado	2	7,1	2,9	0
<b>Zona de control</b>				
% de la cobertura presente en 1973 desbrozada por año	0,9	7,5	1,5	0
Hectáreas desbrozadas por año (promedio anual)	3,7	30	6,1	0
Porcentaje de la cobertura remanente desbrozada por año en el período indicado	0,9	7,9	1,5	0
Datos aproximados que están desarrollados en base a la evaluación de uso de tierra dentro de los 4 km <sup>2</sup> indicados en la Tabla 10. En el período 2002-2007, se indica "0", lo que significa que la cobertura total de la zona ha quedado igual o ha aumentado. No significa que ninguna zona de bosque remanente fue desbrozada durante ese período.				

La Figura 8 a continuación muestra gráficamente estos resultados:



Las tablas y figura anteriores muestran con toda claridad varios datos importantes, entre ellos:

- La deforestación dentro de las dos zonas evaluadas muestra una cronología y ritmo similar, no obstante el hecho de que en la zona de control nunca hubo explotación petrolera.
- La deforestación en estas zonas de uso agropecuario intenso prácticamente ha cesado desde el 2000. Esto puede atribuirse al hecho de que casi toda la tierra apta para cultivo en estas zonas ya está siendo utilizada para ese fin. Como se indica en la Tabla 10, en la antigua Concesión Petroecuador-Texaco todavía quedan extensas zonas de bosque remanente, especialmente en zonas de menor aptitud para la agricultura.
- Prácticamente no se pueden distinguir ninguna diferencia entre la zona de estudio con 30 años de desarrollo petrolero y la zona de control sin explotación alguna. Está claro que el patrón de deforestación y los consecuentes cambios importantes a la diversidad biológica que se han dado desde la época en que el bosque no había sido intervenido es similar para ambas zonas. Por lo tanto, el patrón de deforestación no está relacionado con la explotación petrolera.

Esta información concuerda con los datos de los impactos a los recursos biológicos recolectados en el campo que indican que la zona de estudio (con explotación petrolera) y la zona de control (sin explotación petrolera) no solamente comparten una diversidad biológica muy similar, pero también comparten una cronología e intensidad del desarrollo agrícola muy parecidas. Esto refuerza la conclusión que la explotación petrolera, en sí, no ha dado lugar a cambios importantes en la cronología de desarrollo ni en la diversidad biológica que existe en la actualidad. Como se vio en las secciones anteriores, la diversidad biológica de los bosques remanentes es intermedia, e incluso alta para algunos grupos. En vista de que el desbroce de los remanentes de bosque parece haber prácticamente cesado, es probable que el nivel de diversidad que se ve hoy sea sustentable.

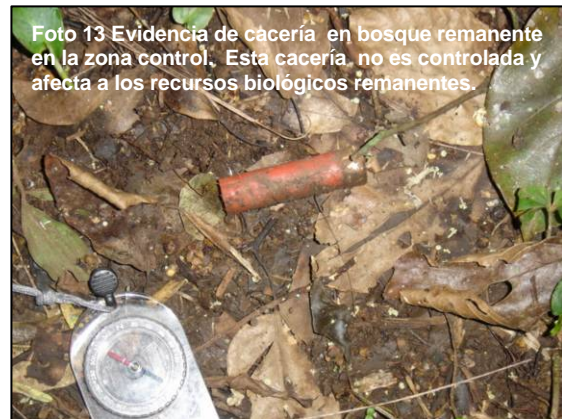
Los datos sobre el uso de tierra por sí mismos, no permiten cuantificar detalladamente los recursos biológicos que existían en las zonas evaluadas en distintas épocas. De hecho, la diversidad más alta se encuentra en los bosques maduros, y su desbroce causa una disminución en la diversidad. Pero no se puede cuantificar la cronología de esta disminución, debido a lo siguiente:

- La cronología de cambios en la diversidad biológica está ligada al desbroce del área, pero no necesariamente de manera muy estrecha ya que otros factores también influyen en la diversidad, tales como la cacería, las invasiones de especies ajenas, la extracción selectiva de madera, la construcción de caminos, las descargas industriales y de agua servida, y cambios en las condiciones climáticas.
- Prácticamente no existe información cuantitativa de la diversidad biológica en la región nororiental para la época en que el Consorcio Petroecuador-Texaco operaba en la zona. Recién en 1991, por medio del Decreto Ejecutivo 2982, se empezaron a requerir estudios de impacto ambiental que incluyeran una evaluación de la fauna y flora. Por esta razón, no hay una línea base de las condiciones anteriores ni durante las operaciones del Consorcio Petroecuador-Texaco. Así mismo, las auditorías de HBT-Agra y Fugro-McClelland en 1992 y 1993 no evaluaron los recursos biológicos.

Finalmente, se debe considerar que estas conclusiones se basan en los estudios puntuales. A nivel de toda la Concesión Petroecuador-Texaco, los cambios de uso de tierra, diversidad biológica y las condiciones ecológicas varían bastante. El estudio presentado en este informe se diseñó para determinar de manera científica y cuantitativa si la explotación petrolera, en sí misma, causó algún impacto a los recursos biológicos. Se puede afirmar en base a este estudio que no se observan tales impactos vinculados directamente a la explotación petrolera.

#### 4.5.2 Utilización de recursos

Este tema es difícil de cuantificar. No hay cálculos confiables sobre la cacería, recolección de plantas y animales, madera, ecoturismo, u otros usos que se dan a los recursos biológicos remanentes. De hecho, el patrón de uso de suelos para fines agropecuarios indica que el uso de los recursos silvestres no es importante para los habitantes en ambas zonas de estudio. Según la información provista por los colonos propietarios de las tierras, muchos de los animales grandes, como el venado y el tapir, ya no existen en ambas zonas de estudio. La cacería de animales menores como el sajino y la guanta continúa. En la zona de control se encontraron cazadores dentro del bosque remanente. Otros animales, como las culebras, son eliminados por los colonos cuando se las encuentra dentro de la propiedad. De manera similar, la gente del lugar ha eliminado a los predadores como el jaguar, el tigrillo y el puma. Se observó, asimismo, que las especies con valor maderable están ausentes de los remanentes de bosque. En general, se puede decir que en ambas zonas los recursos animales y vegetales presentes en cada hábitat son recursos de menos importancia para los colonos que la agricultura y la ganadería. Esto se debe en gran parte por una historia de sobre-utilización que ha resultado en la eliminación de muchas especies por procesos de pérdida de hábitat, cacería, extracción de madera, y eliminación de plagas.



#### 4.5.3 Otras amenazas a los recursos biológicos

Otros factores como la introducción de especies y la contaminación no relacionada con actividades petroleras también afectan a la biodiversidad, y pueden amenazar a la flora y la fauna. Aunque ambos factores se observaron tanto en la zona de estudio como en la zona de control, no se evaluó cuantitativamente la influencia de estos factores en las zonas estudiadas como parte de este estudio, pero a continuación, se presentan algunos comentarios al respecto.

##### Especies introducidas

La introducción de especies foráneas a un ecosistema puede resultar en grandes impactos a la fauna y flora nativa. En las zonas estudiadas la presencia de especies de origen foráneo es altamente visible. En la práctica, el proceso de la colonización da lugar al reemplazo del bosque nativo con especies de cultivo (p. ej., café, banano, palmito, cacao, piña) que no son nativas a la zona (Kernan y Stern, 2006). Los pastos que crecen en los pastizales también son especies introducidas. Algunas especies, como

los pastos, se esparcen indiscriminadamente y pueden cambiar las condiciones ecológicas en grandes zonas. Tanto la zona de control como la zona de estudio se ven dominadas por cultivos y pastos.

Un caso especial es la palma africana, especie de alta importancia económica introducida al Oriente y cultivada en grandes monocultivos. En las zonas de estudio y de control no hay grandes cultivos de palma africana, pero sí existen monocultivos de palma africana de gran extensión en zonas cercanas. El efecto negativo a los recursos biológicos causado por el monocultivo de la palma africana es conocido (Casson, 2003), y es otro factor que afecta a la diversidad biológica.

En cuanto a los animales, algunas especies como el ganado vacuno y otros animales domésticos fueron deliberadamente introducidos. Otros animales, como el ratón común (*Mus musculus*), fueron introducidos accidentalmente (Foto 14). Los ratones generalmente habitan cerca de zonas pobladas, pero es interesante notar que el estudio de la mastofauna (Anexo B) comprobó la presencia de esta especie dentro del bosque maduro de pantano en la zona de estudio, un hábitat que generalmente no está asociado con ratones caseros. El efecto de la presencia de esta especie en áreas lejanas a zonas pobladas se desconoce por completo.



Foto 14 *Mus musculus*. Especie introducida y registrada en la zona de estudio



Foto 15 Murciélago vampiro del género *Desmodus* en la zona de estudio

Un ejemplo de la manera como especies introducidas de forma deliberada ha resultado en impactos a la fauna local es el caso del murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*). A pesar de ser una especie nativa de la zona, la distribución y abundancia de los vampiros en el Ecuador ha aumentado a medida que las zonas ganaderas han incrementado (Tirira, 2007). Los vampiros, debido a su relación con el ganado, son más abundantes en zonas intervenidas que en los bosques, un hecho que se observó en el estudio de mastofauna (Foto 15).

#### La contaminación no relacionada con actividades petroleras

Muchas fuentes ajenas a aquellas relacionadas con las actividades petroleras representan una amenaza a los recursos biológicos, y están presentes en la región. Entre las principales destacan el uso indiscriminado de plaguicidas, las descargas de aguas servidas, emisiones de los botaderos de basura, emisiones industriales, y emisiones vehiculares. Burton Suedel (2004) y John Connor y col. (2008) han presentado ante la corte informes con información adicional sobre la incidencia y los efectos del uso de plaguicidas y las descargas de aguas servidas en la zona nororiental del Ecuador, respectivamente.

#### **4.5.4 Valoración ecológica**

El Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico de Ecuador (ECORAE) ha evaluado muchos conceptos relacionados con la diversidad biológica (ECORAE 2002 para Sucumbíos, ECORAE 2002b para Orellana) para el desarrollo de una zonificación ecológica económica. Para este proceso se aplicó una valoración de la sensibilidad ambiental de los ecosistemas de la región según el modelo de Sierra (1999b) para determinar la importancia de la conservación de la diversidad biológica. La mayor parte de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco corresponde al ecosistema denominado Bosque intervenido de tierras bajas, (BITB). El modelo usa, a nivel de provincia, factores ponderados para

valorizar los hábitats y ecosistemas. La valoración del modelo da un mayor valor al nivel actual de protección de los ecosistemas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP), las áreas críticas para la conservación de las aves, y las áreas con remanentes de los hábitats originales. Se le da menor peso a la presión humana y la diversidad paisajística.

El ECORAE evaluó de manera similar la valoración de la producción de bienes y servicios en los ecosistemas, así como el grado de amenazas por actividades mineras y petroleras, por la red vial, y por el uso de recursos naturales.

Mediante esta evaluación se crearon mapas de ecosistemas y de conflictos ambientales entre el uso actual, el uso potencial y la protección de los ecosistemas. El mapa de zonificación ecológica-económica indica que las zonas de estudio y de control están dentro de zonas sin conflictos ambientales. ECORAE afirma, en la Sección 6.4.10 del plan para Sucumbíos (ECORAE, 2002), que en las zonas estudiadas<sup>16</sup> *“acorde con el uso potencial, a pesar de haber sufrido un proceso de transformación en el uso de suelo, esto es de bosque natural original a campos de producción agrícola ... no existen actualmente conflictos ambientales puesto que, las actividades antrópicas desarrolladas por el hombre, se encuentran acorde con las aptitudes de uso de suelo”*. Las dos áreas estudiadas comparten esta valoración y no se han identificado como zonas de protección críticas para la conservación de la diversidad.

A pesar de haber sufrido un proceso de transformación en el uso del suelo de bosque natural original a campos de producción agrícola, acorde con el uso potencial en muchos casos, todavía existe una sub-utilización de la tierra. Adicionalmente, tanto la zona de estudio como la zona de control se califican como sub-utilizados por ECORAE (sub-utilización intermedia a uso adecuado en la zona de estudio, y sub-utilización baja en la zona de control).

---

<sup>16</sup> La zona de estudio de SA-53 está en la Provincia de Orellana. El mapa de ECORAE para Orellana concuerda con las conclusiones del estudio de Sucumbíos.

## 5.0 Bibliografía

Albuja, L., Ibarra, M., Urgilés, J. y R. Barriga. 1980. Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos. Edit.Sci.Pol.Nac., 1980: 1-240, Quito.

Botkin, D.B., 1990. Discordant Harmonies: a new Ecology for the Twenty-first Century. Oxford University Press, New York.

Briones, E., A. Flachier, J. Gomez, D. Tirira, H. Medina, I. Jaramillo & C. Chiriboga. 1997. Inventario de Humedales del Ecuador. Primera Parte: Humedales Lénticos de las Provincias de Esmeraldas y Manabí. Ecociencia/INEFAN Convención Ramsar, Quito

Cañadas, L., 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG, Banco Central del Ecuador, Quito.

Casson, A. 2003. Oil Palm, Soybeans & Critical Habitat Loss. WWF Forest Conversion Initiative. Suiza.

CITES, 2006. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. <http://www.wcmc.org.uca/CITES/common>

Coloma, L. y Quiguango-Ubillus, 2006. Estatus de conservación de anfibios del Ecuador. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Connor, J., y Landazuri, R., 2008. Respuesta a las Afirmaciones del Sr. Cabrera con Relación a Supuestos Impactos a los Recursos de Agua en el Área de la Concesión Petroecuador-Texaco. GSI Environmental, Inc., Houston, Texas.

Conservation International, no year. Biodiversity Indicators for Monitoring Impacts and Conservation Actions. Conservation International: The Energy and Biodiversity Initiative

EASAC, 2004. A user's guide to biodiversity indicators. European Academies Science Advisory Council.

ECORAE, 2002. Zonificación ecológica económica de la Provincia de Sucumbíos. Proyecto de Desarrollo Sostenible del Área Fronteriza Amazónica Peruano-Ecuatoriana (PDPE) Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico de Ecuador.

ECORAE, 2002b. Zonificación ecológica económica de las Provincias de Orellana y Napo. Proyecto de Desarrollo Sostenible del Área Fronteriza Amazónica Peruano-Ecuatoriana (PDPE) Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico de Ecuador.

Ecuambiente, 2002. Estudio de Impacto Ambiental del Pozo de Desarrollo Sacha 198. Ecuambiente Consulting Group, Quito, Ecuador.

Ecuambiente, 2003a. Estudio de Impacto Ambiental Pozo de Desarrollo Lago Agrio 44. Ecuambiente Consulting Group, Quito, Ecuador.

Ecuambiente, 2003b. Estudio de Impacto Ambiental Pozo de Desarrollo Lago Agrio 45 Ecuambiente Consulting Group, Quito, Ecuador.

- Ecuambiente, 2003c. Diagnostico y Plan de Manejo Ambiental para la Perforación del Pozo Shushufindi 52B. Ecuambiente Consulting Group, Quito, Ecuador.
- Ecuambiente, 2004. Estudio de Impacto Pozo de Desarrollo Sacha 185. Ecuambiente Consulting Group, Quito, Ecuador.
- Ecuambiente, 2005. Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo para la Perforación Exploratoria del Pozo Drago 1. Ecuambiente Consulting Group, Quito, Ecuador.
- Erwin, T., M. Pimienta, O. Murillo, 2005. Mapping patterns of beta diversity for beetles across the western Amazon Basin: a preliminary case for improving inventory methods and conservation strategies. *Proc. Calif. Acad. Sciences* 56 (Suppl I): 72-85.
- Estrella, J., R. Manosalvas, J. Mariaca, y M. Rivadeneira, 2005. Biodiversidad y recursos genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. Ecociencia, INAP, MAE y Abya Yala, Quito
- Feinsinger, P., 2001. *Designing Field Studies for Biodiversity Conservation*. Nature Conservancy, Washington
- Gangotena, S.V., F.M. Cárdenas. 2006. Reforma Agrararia y Desarrollo Rural en Ecuador. Ponencia del gobierno ecuatoriano : Conferencia Internacional. Porto Alegre, Brasil, Marzo de 2006.
- Gentry, A. H. 1986. Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia* No.15
- Hubbell, S.P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Humphries, C.J., Williams, P.H., and R.I. Vane-Wright. 1996. Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 93-111.
- IUCN, 2000. IUCN Red List, International Union for the Conservation of Nature Species Conservation Commission
- Kernan, B.S., M. Stern. 2006. Report on Tropical Forest and Biological Diversity. Country Strategy Statement. FY2007 – FY2012. USAID/ECUADOR. Quito, Ecuador
- Magurran, A., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- May, R.M. 1988. How many species are there on earth? *Science* 241: 1441-1449.
- Pasquis, R. & P Usselman, 2003. Los Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas (SNAP) entre necesidades de conservación de la bio y socio-diversidad e imperativos de desarrollo: elementos para el desarrollo sostenible. *Lyonia* 4(2): 187-220, 2003
- Pitman, N., D.K. Moskovits, W.S. Alverson, and R. Borman (eds.). 2002. Ecuador: Serranías Cofán-Bermejo, Sinangoe. Rapid Biological Inventories Report 3. Chicago, Illinois: The Field Museum.
- Reagan, D.P. 2006. An ecological basis for integrated environmental management. *Human and Ecological Risk Assessment*, 12: 819-833.
- Richthisarm, 2003. Diagnostico Ambiental y Plan de Manejo Ambiental – Perforación del Pozo de Desarrollo Sacha 2B. Richthisarm Consulting Services, Quito, Ecuador.

Sayre, R. et al., 1992. Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment. The Nature Conservancy. Island Press, Washington

SBSTTA, 2000. Anexo 2: SBSTTA Recommendations for a Core Set of Biodiversity Indicators, Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA), Secretariat of the Convention on Biological Diversity, en "Biodiversity and Environmental Assessment Toolkit". World Bank, March 2000.

Secretariado de la CDB, 2007. An Exploration of Tools and Methodologies for Valuation of Biodiversity and Biodiversity Resources and Functions. Technical Series no. 28, Montreal, Canada.

Secretariado de la CDB, 2006. Guidelines for the rapid ecological assessment of biodiversity in inland water, coastal and marine areas. Technical Series no. 22, Montreal, Canada

Sierra, Rodrigo. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. ECOCIENCIA, Proyecto INEFAN/GEF-BIRF, Quito.

Sierra, R., Campos, F. y J. Chamberlin. 1999b. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental. Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y WCS. Quito.

Stotz, D., J. Fitzpatrick, T. Parker III, & D. Moskovits. 1996. Neotropical Birds: Ecology and Conservation. The University of Chicago Press. U.S.A.

Suedel, B. 2004. La Presencia de Pesticidas en el Ambiente y sus Efectos a la Salud Pública. ENTRIX. Houston, Texas.

Terborgh, J., 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24:283-292.

Tirira, D. 2007. Mamíferos del Ecuador – Guía de Campo. Ediciones Murciélago Blanco, Quito, Ecuador.

Trombulack, S.C., K.S. Omland, J.A. Robinson, J.J. Lusk, T.L. Fleichner, G. Brown, and M. Damroese, 2004. Principles of conservation biology: recommended guidelines for conservation literacy for the Education Committee of the Society of Conservation Biology. *Conservation Biology* 18(5): 1180-90.

Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yépez, P. Jorgensen (eds), 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador.

Vallejo, L., 1997. Mapa General de Capacidad – Fertilidad del Ecuador. IGM, 1997.

World Bank, 1998. Guidelines for Monitoring and Evaluation of Biodiversity Projects. World Bank, June 1998.

Yawë, 2004. Estudio de Impacto Ambiental "Pozo de Desarrollo Shushufindi 97". Yawë – Consultaría Ambiental Compañía Ltda., Quito, Ecuador.