

PLANIFICACIÓN
PARA LA
CONSERVACIÓN
DE LA
BIODIVERSIDAD
EN LA
FAJA PETROLÍFERA
DEL ORINOCO

VERSIÓN
COMPLETA



The Nature
Conservancy



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.



PLANIFICACIÓN
PARA LA
CONSERVACIÓN
DE LA
BIODIVERSIDAD
EN LA
FAJA PETROLÍFERA
DEL ORINOCO

VERSIÓN
COMPLETA





CONTENIDO

4	Presentaciones
12	El sistema fluvial del río Orinoco, sus planicies de inundación y sus roles como sitios de refugio, alimentación, crecimiento y migración de la ictiofauna
	Valois González
	DEFINICIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN DE FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO
25	Introducción
28	Definición de sitios prioritarios de conservación de agua dulce en la Faja Petrolífera del Orinoco
	Carlos González
	Juan Carlos González
	Valois González
	Salvador Bohrer
	Lila Gil
	Eduardo Klein
	Haymara Álvarez
30	1. Introducción
32	2. Definición de unidades hidrográficas de análisis (UHA)
32	2.1 Definición del área inundable del río (AI)
33	2.2 Índice de condición ecológica
34	2.3 Índice de condición ecológica priorizado
35	2.4 Análisis de contexto
36	2.5 Grado de amenaza de las UHA
44	2.6 Selección de sitios prioritarios
45	3. Resultados
45	3.1 Unidades hidrográficas de análisis (UHA)
46	3.2 Área inundable del río (AI).
46	3.3 Índice de condición ecológica
47	3.4 Índice de importancia
49	3.5 Análisis de contexto
50	4. Grado de amenazas sobre los sistemas
58	4.1 Conclusión del índice de amenazas
58	4.2 Índice de amenaza actual
59	4.3 Índice de amenaza total
59	5.Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática
63	5.1 Unidades priorizadas para la estrategia de conservación
65	5.2 Unidades priorizadas para manejo
66	5.3 Vacíos de información
66	6. Discusión y conclusiones
68	7. Fuentes citadas y consultadas
74	Definición de sitios prioritarios de conservación de ecosistemas terrestres en la Faja Petrolífera del Orinoco
	Leonardo Sotomayor
	Juan Carlos González T.
	Lila Gil
74	1. Introducción
74	2. Métodos
75	2.1 Objetos de conservación
80	2.2. Influencia humana en ecosistemas naturales (riesgo ambiental)

82	2.3 Metas de objetos de conservación
82	2.3.1 Tamaño (evaluación relativa ecosistema por ecosistema)
83	2.3.2 Contexto (contexto paisajístico)
83	2.3.3 Índice para definición de metas
84	2.3.4 Metas
85	3. Portafolio de conservación
88	4. Conclusiones
89	5. Referencias
Lineamientos de política para el sector hidrocarburos	
Igor Hernández	
94	Importancia de la información sobre impacto en la biodiversidad de actividades del sector hidrocarburos en la formulación de políticas.
96	Apuntes finales
Estrategias en áreas para la conservación y manejo	
98	Estrategias en áreas para la conservación
Mantenimiento y recuperación de la integridad ecológica de las UHA	
101	Estrategias en áreas para el manejo
101	Reducción de amenazas
103	Tecnificación y mejora de prácticas de manejo
104	Generación y actualización de información
Participantes en los talleres	
106	Participantes en los talleres
110	Índice de mapas
111	Índice de tablas



PRESENTACIONES



The Nature Conservancy (TNC) tiene como misión conservar las tierras y aguas de las cuales depende la vida. Para este gran propósito ha desarrollado una serie de metodologías innovadoras que tratan de resolver problemas comunes. Uno de los temas en los cuales ha habido un gran aporte es el del denominado “Desarrollo por diseño”, un enfoque para trabajar en América Latina con megaproyectos de infraestructura. Se propone en este ámbito, que los proyectos de desarrollo deberían pasar por la Jerarquía de la Mitigación (evitar-minimizar y compensar), a fin de lograr localizarse en el sitio adecuado, que tome en cuenta tanto los temas ambientales y sociales, minimice sus impactos en base al conocimiento de la biodiversidad y compense sus impactos a través de estrategias y acciones a fin de lograr la meta de No Pérdida Neta de Biodiversidad.

Para ello, el primer paso es conocer la sensibilidad de la biodiversidad del área donde se van a asentar proyectos de infraestructura, y es justamente el aporte de este estudio. A través de más de seis talleres con más de 30 expertos y conocedores de la Faja Petrolífera del Orinoco, y con la participación de valiosos investigadores, se propone un conjunto de áreas como las más importantes y prioritarias para que conservándolas, proteger lo mejor y más importante de la biodiversidad del área y los procesos ecológicos y servicios ambientales provenientes de estas áreas. Así mismo, se presentan una serie de estrategias de tal forma que las empresas puedan generar sinergias con los gobiernos locales y pobladores para poner en marcha acciones y programas que apoyen la conservación o el mejoramiento de las condiciones ecológicas del área.

Anticiparse a los posibles impactos sobre la biodiversidad no solo es una buena práctica cada vez más aplicada por los sectores, sino que también es un buen negocio en el sentido que puede ahorrar a un proyecto grandes recursos por daños irreversibles a elementos de la biodiversidad que no podrían ser compensados o que resultarían en costos muy elevados. Situar o localizar un proyecto, en un área que no tenga alta sensibilidad ambiental o social, aportará al desarrollo equilibrado de un proyecto y mejorará las relaciones con las comunidades que se benefician de los servicios ambientales de estas áreas.

Si el futuro desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco aplica altos conceptos ambientales y sociales para su desarrollo, como los de la No Pérdida Neta de Biodiversidad, que implica como primer paso la identificación de las zonas de más alta sensibilidad ambiental, para evitar impactos directos o indirectos en ellas, se estarían logrando mejores estándares con miras al desarrollo sostenible del área. Si se logran evitar y conservar estos sitios, y generar las acciones para que cada proyecto calcule sus impactos y ejecute acciones para compensar esas pérdidas en áreas, hábitats, especies o servicios ambientales y llegar a la No Pérdida Neta, la Faja Petrolífera del Orinoco podrá ser un ejemplo a nivel mundial de cómo la industria petrolera puede aportar a la conservación y mejoramiento ambiental de un área. Si esto se lo hace involucrando a las comunidades sociales del área, estaríamos frente a un caso real de desarrollo sostenible, objetivo mencionado en varios documentos del gobierno, respecto del futuro desarrollo de la Faja.

Esperamos que este aporte científico sea el primer paso en una propuesta integral que distinga a la Faja como un ejemplo mundial del desarrollo sostenible.

The Nature Conservancy
Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.



Aurelio Ramos
Latin America Regional Managing Director
The Nature Conservancy

Esta publicación es una herramienta metodológica para la oportuna priorización de las áreas para conservación en la Faja Petrolífera del Orinoco y así, para el adecuado ordenamiento territorial, planificación sectorial y planificación de obras de infraestructura futura en este sector. Ha sido concebida con el objeto de ser un referente para organizaciones sociales, organizaciones comunales, gobiernos locales y todos aquellos actores que implementan acciones en esta localidad y que buscan la conservación de su ecosistema.

En este sentido, el presente estudio ofrece un compendio de información sobre las principales amenazas para la biodiversidad terrestre y acuática, actividades agropecuarias y forestales, y en particular, sobre aquellas amenazas relacionadas con el uso intensivo de las tierras; a modo de ser un instrumento que permita el emprendimiento de un plan local capaz de contribuir con el aumento de actividades a favor de la conservación y manejo más adecuado de los ecosistemas acuáticos en la Faja petrolífera del Orinoco.

La metodología propuesta se ha desarrollado en el marco de una iniciativa interinstitucional, como propuesta para la implementación de mejores prácticas en materia de tecnificación del uso del suelo, promoción de acuerdos de conservación con particulares o comunidades y para la promoción de acuerdos para el establecimiento de programas de educación y participación comunitaria que promuevan la conservación.

El fin último de este instrumento es promover acciones a favor de la conservación de sitios considerados como prioritarios para la preservación de la biodiversidad acuática y terrestre, así como propiciar la inclusión de una perspectiva mayormente ecológica en las acciones futuras a emprender en estas localidades comúnmente amenazadas por las actividades petroleras y agroindustriales.



Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Venezuela

Ibus, que perorrorum et, quias aut utemporro quis res dolorestias dolupis voluptaeped experfe rionet, cusam atium sim estistium cusam lacersperem et as eos mod qui custe valoribus ut voluptet aut et ut quis delis dolorem non re nust, ut endem rem veles restis et et est apere ipis-sume landere, te nis earum quate as aliamusam quis eaquist essunto imenit delit que destist enem qui blanim ium acid que della esendi unt quati dolori id esti iumqui odissit, od ut abo. Ut pliquam restiossint volupta eos dolupta dignihi cipsae prae cus, sam evenderum alit et atem-porum verumqu amusaepro odi dolut ra pore odistrum solupta turessit rem audit maximilique nonseceaqu andam, nobis eumquatur sit voluptiunda nonsers pernatur ratium inci untempor sequi alique nimint.

Bust, consequere modios eatur, officatenim in pro entempor as eosamusda inctium ex evellique dio dit, quae. Itati tempern atquiatur, saesequae recabore nobis recto cum cum, sanihil itatemo lesciiis qui alitemquia quis mod quo quid ut qui ide delendisim iuntustem iusa cus exces soloria acea sequam, suntioriae peribus.

Ferum everciis senis aspersp ictaecullant antectur magnam, te nullata temporem imus, cup-tatatem. Evendam raerae nihil eossusam cus am imolorr ovidessimus vellaborio conem dem quam quaepectia porera vollori rectio iusdae. Nissusciet veriore ssimus alique occus dollanis siminve llanti res eaquatum doluptat quatiume es parum quis ad qui coria volorum harionse-que essi officitae od quiam acero que et pe perempnam, estrum qui dolupta ssumquiandit quunt dollatur repe remporro qui velibus am nonsero esto et lamet aut dolores ea nullo dolup-tius, sunt is a volorrorem. Tur andi rae qui odiores cus quid eos ut quam, sequi corro comnia con prporpos aliquiaspit, sunt autam, exerunt.

Acea nimilli catquis eruptat iuntus unt, cones ut officia sam labo. Magnimo consectium conecte inis ex expe vitionsenis es dit, et rerum est eaturit iorrovitae velles quos experchic te cum velen-del estrum cullorum repe voluptur apit maximpe rovita nim quae. Itationecto et facit quas int que dolorestiate enimus exerchil eum di te sus et restior eprattem dolupta volupisqui cora do-lorerum cus is dellectio escia volessi untet, quis ati test et ent eum, verion eic te ne dolenduntiis quatquosam illore, si ium ape debis perchil landips untoribus ent pro escilit atiist et illoreper s-perrum, sae parcia estiam illut aut est a por adi ut enim, netus conesto rporese plaborita verat et des exeruptatus dolorro bea volent essequunt, quam volorerum laccum sum, quibus rerit, conserrores seque nobit, te velendam asse dolupta tendebis venisin ent facculpa vel inctur aut aciisqui rerum eiciis ut utemporro voluptatur sit laut aut maximi, vite reped quam, optaspicius dusto omnisquia sundae delendipsam quo volut ratios.

Ronan Huitric
Presidente
Total Oil and Gas Venezuela B.V.



Este trabajo tiene inmenso valor para el futuro desarrollo de nuestro principal recurso geológico, las reservas de crudo extrapesado de la Faja Petrolífera del Orinoco. Un mejor conocimiento de las vulnerabilidades de los ecosistemas de la región es fundamental para su desarrollo sustentable. Con la inversión de una fracción muy pequeña del valor de mercado de estos recursos fósiles se puede lograr que su explotación se realice de manera que mitigue la afectación de áreas clave para el mantenimiento de la biodiversidad en el largo plazo.

La industria petrolera opera donde está el recurso y frecuentemente esto implica afectar ecosistemas vulnerables. El gran valor de los recursos petroleros en el mercado internacional hace que su explotación sea prioritaria para el desarrollo de los países que los poseen y permite potencialmente compensar las externalidades negativas que su explotación genera. Esto hace prioritaria la evaluación del impacto social y ambiental de manera de minimizar, mitigar y compensar dichas externalidades.

Desde la perspectiva de las empresas petroleras, en el desarrollo de los proyectos un elemento que cobra cada vez mayor importancia es la evaluación del impacto ambiental derivado de las operaciones, por las implicaciones que puede tener dentro del manejo de riesgos operacionales y que puede significar un elemento disruptivo dentro de cualquiera de las etapas de un proyecto.

En este sentido, un gran reto para las empresas es el de satisfacer los requerimientos energéticos mundiales de una manera que respete el marco institucional y esté alineado con las políticas corporativas de responsabilidad social y ambiental, que abarcan la protección de la biodiversidad. Sin embargo, cumplir este reto puede significar también una oportunidad, dado que puede favorecer un menor retraso en los proyectos, fortalecer las relaciones con otros grupos de interés, constituir una reputación como operadores con calidad técnica y gerencial, además de favorecer vínculos de largo plazo con actores como el Estado en los países donde se ubican los hidrocarburos, así como potenciales inversionistas y financiadores de proyectos.

Desde la perspectiva del Estado, la información que provee este trabajo puede orientar la discusión sobre cuáles estrategias de desarrollo pueden ser sostenibles a largo plazo, enmarcado siempre en acuerdos multilaterales como el Convenio de Diversidad Biológica, al cual Venezuela está suscrita. Con esto, el marco institucional creado permitiría una integración entre los objetivos de la nación, los estándares de calidad ambiental, los intereses de las comunidades locales y los planes de inversiones de las empresas, con la ambición última de lograr un portafolio de inversión social y ambiental que haya sido validado de manera conjunta y que trascienda los límites territoriales correspondientes a los proyectos individuales de las compañías.

En el caso de la Faja Petrolífera del Orinoco, cuya explotación constituye uno de los ejes centrales de los planes de desarrollo actuales, la magnitud de la inversión y de los recursos que permitirá monetizar a la nación, así como las dimensiones de estos proyectos hacen particularmente valioso y necesario este trabajo que define los sitios prioritarios para la conservación de ecosistemas terrestres y de agua dulce. El portafolio de conservación obtenido a partir de este trabajo representa un insumo valioso para la planificación y ejecución de proyectos en la región, constituye una contribución extraordinaria y ofrece un modelo para futuros desarrollos de gran escala.

Desde el Centro de Energía y Ambiente del IESA aplaudimos a los autores y el esfuerzo de instituciones como TNC, PNUD, Total y la USB por haber materializado este esfuerzo y desarrollar esta iniciativa de gran valor para el futuro del país.

Francisco J. Monaldi

Centro Internacional de Energía y Ambiente.

Instituto de Estudios Superiores de Administración, IESA

Caracas, 1 de julio de 2015



Valois González

EL SISTEMA FLUVIAL DEL RÍO ORINOCO, SUS PLANICIES DE INUNDACIÓN Y SUS ROLES COMO SITIOS DE REFUGIO, ALIMENTACIÓN, CRECIMIENTO Y MIGRACIÓN DE LA ICTIOFAUNA



El río Orinoco es un sistema ecológico extremadamente rico en diversidad biológica, con marcadas variaciones estacionales en el nivel del agua y las propiedades físico-químicas que condicionan y afectan a todos los recursos hidrobiológicos que en él se encuentran, lo que genera una heterogénea gama de respuestas adaptativas, en relación con las especies de peces, reptiles, anfibios y mamíferos que lo integran.

Los peces en Suramérica constituyen uno de los grupos más diversificados y abundantes de los vertebrados modernos (Lowe-McConnell, 1975, 1987). Estos presentan una gran variedad de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas, que les permiten vivir en diferentes regiones y ambientes, como es el caso del delta interior que se conforma durante el período de aguas altas cuando el río Orinoco represa al río Apure. Este delta interno, con un área de 21.000 km² (Rodríguez *et al.*, 2007), está constituido predominantemente por pastizales periódicamente inundables, pastizales gramínoles flotantes y, en menor extensión, bosques ribereños. Estos últimos se asocian a los bancos altos de albardón de orillas de los principales eje de drenaje, cuyos planos aluviales se inundan durante el período de lluvias.

Asimismo, se reconoce en la sección inferior del río Orinoco un plano aluvial inundable que es más extenso en la margen izquierda, el cual limita con los Llanos y ocupa una extensión de 700 km² (Lewis *et al.*, 1995, 2000; Rodríguez *et al.*, 2007; González, 2011).

Dentro de la planicie de inundación del río Orinoco citada, están presentes en ambas márgenes más de 2000 lagunas adyacentes al canal principal, las cuales forman parte de esta planicie de inundación. Estas son utilizadas como hábitats en las migraciones laterales de los peces de los órdenes Characiformes y Siluriformes que se producen cuando ocurre el pulso de inundación de aguas blancas o turbias del Orinoco. Es durante este período que los peces invaden la planicie aluvial adyacente.

Los peces que utilizan estas lagunas como hábitats y fuente de recursos alimentarios, están regulados en sus nichos tróficos por un conjunto de variables ambientales y morfométricas de estas lagunas. Su estructura trófica y sus interacciones con las variables citadas, han sido caracterizadas en algunas de las numerosas lagunas, que forman parte del plano de inundación continuo que caracteriza dicha planicie durante el pico de inundación. Estas, a su vez, quedan aisladas de las adyacentes durante el período de sequía (Rodríguez y Lewis, 1990, 1994, 1997).

Otra planicie de inundación aprovechada por los peces de agua dulce del Orinoco está constituida por el denominado abanico deltaico o delta del Orinoco propiamente dicho, con un área de más de 21.000 km² (Rodríguez *et al.*, 2007; González, 1998, 2011).

En la sección inferior del río Orinoco, todas estas extensas planicies son inundadas durante el período de aguas altas, mediante un pulso de sedimentos en suspensión en la columna de agua, la cual también transporta nutrientes en solución (Junk *et al.*, 1989; Junk y Wantzen, 2004). El sistema ecológico asociado a la planicie aluvial del río Orinoco, en su sección inferior, presenta un área predominantemente boscosa que limita con este, la cual se inunda periódicamente por el desbordamiento del canal principal del Orinoco, durante el período de aguas altas, así como por la lluvia estacional. Esta sección de la planicie aluvial de desborde se denomina Zona de Transición Acuática / Terrestre (ZTAT) (González, 1998, 2011; Junk y Piedade, 2010).

La ZTAT constituye el área cubierta por el agua solo durante las inundaciones. Esta área inundada condiciona un hábitat que es esencial para la supervivencia de muchas especies diferentes y, particularmente, para los peces. El nuevo concepto de pulso de inundación también incorpora en su definición los ríos y riachuelos que aportan sus aguas al Orinoco, provenientes tanto del Escudo de Guayana en su margen derecha, como los de la izquierda, asociada a los Llanos de Venezuela (Junk y Wantzen, 2004).

La heterogeneidad espacial de estas planicies está vinculada a los aportes de materia orgánica del componente asociado a la vegetación y al aporte alógeno de sedimentos y nutrientes relacionados con el pulso de inundación anual durante el período de aguas altas del río Orinoco (Willis *et al.*, 2005). La presencia en proporciones variables tanto de bosques como de pastizales periódicamente inundables, constituyen distintos tipos de hábitats que actúan como sitios de desove, alimentación y refugio para un conjunto de numerosos peces del orden Characiforme y algunos bagres piscívoros, los cuales se mueven a las planicies citadas mediante un mecanismo de migración lateral.

Los cambios hidrológicos que estacionalmente experimenta el río Orinoco en sus tramos medio e inferior, se relacionan, a su vez, con la estacionalidad de la lluvia anual en gran parte de su cuenca. Estas comienzan en el mes de mayo y se prolongan hasta diciembre, lo que condiciona que el canal principal de este cuerpo fluvial en su sección baja, alcance su pico monomodal de 12 m de altura de lámina de agua, entre los meses de julio y agosto. Asimismo, al iniciarse el período de sequía, en el mes de enero, las aguas regresan paulatinamente a su cauce y durante el mes de marzo alcanzan su mínimo nivel dentro del canal principal del río.

En Venezuela los principales órdenes de los peces de agua dulce migratorios son: Characiformes y Siluriformes. Existe un grupo importante de especies de peces de ambos órdenes que, asociados a los cambios hidrológicos del río ya citados, experimentan migraciones, tanto laterales como longitudinales, relacionadas con sus ciclos reproductivos anuales (Barbarino y Taphorn, 1995; Castillo, 1998, 1990; Lasso *et al.*, 2004; Escobary Taphorn, 2006).

Dentro del conjunto de especies relacionadas con el orden de los Siluriformes, se destacan los bagres, principalmente de la familia Pimelodidae, que se caracterizan por una alta diversidad y distribución geográfica en las aguas continentales de Suramérica, agrupados en 30 familias, 412 géneros y aproximadamente 2.400 especies (Nelson 1984). En Venezuela, los bagres representan el 30% de la ictiofauna y muchas de sus especies tienen un gran interés en los distintos tipos de aprovechamiento de estos recursos alimentarios como en las pesquerías de subsistencia, comercial, deportiva y ornamental (Mago *et al.*, 1986; Barbarino y Taphorn, 1995; Ponte *et al.*, 1999; Machado-Allison, 2005). La familia de mayor representatividad, la Pimelodidae, es ecológicamente la más diversificada y al mismo tiempo, una de las más importantes como recurso hidrobiológico pesquero (Mago *et al.*, 1986; Castillo, 1990; Rodríguez *et al.*, 2007).

Adicionalmente, se quiere destacar que dentro del orden Characiforme también sobresale un conjunto de especies de escamas que son de alto interés para el consumo humano y que igualmente realizan migraciones, tanto locales como regionales, asociadas con las crecidas estacionales del río Orinoco y sus principales tributarios (migraciones laterales y longitudinales), así como a lo largo del curso principal del río Orinoco y sus tributarios, como el río Portuguesa, que nace en el sistema montañoso andino. Ambos tipos de migraciones están relacionados con eventos reproductivos y la crianza de los alevines y juveniles de las especies de peces de los órdenes citados, en uno o los tres extensos planos de inundación que se reconocen a lo largo del tramo medio en inferior del río Orinoco.

La alta heterogeneidad espacial asociada a los distintos tipos de comunidades de plantas, tanto de bosques como de matorrales y pastizales, condiciona la presencia de una variada y diversa fuente de recursos alimentarios (Welcomme, 1979, 1990, 1985; Barbarino y Winemiller, 2003).

Los peces migratorios de los órdenes Characiforme y Siluriforme presentes en el río Orinoco, tienen una distribución amplia a lo largo del eje o canal principal y pueden migrar, durante el período de aguas altas, a las lagunas del plano inundable donde destacan, ente otros, el coporo (*Prochilodus mariae*), el bagre rayado (*Pseudoplatystoma tigrinum* y *P. fasciatum*), la curvinata (*Plagioscion squamosissimus*), la zapoara (*Semaprochilodus laticeps*), la palometa (*Mylosso-*

ma duriventris) y el morocoto (*Piaractus brachypomun*). Estos, en conjunto, son representativos de las 56 especies de peces de mayor abundancia e importancia económica del sistema orinoquense (Castillo, 1988; Novoa, 1982, 1990; Barbarino y Winemiller, 2003).

También existe un grupo de especies de peces cuya distribución se asocia durante un definido período del año al canal principal del río Orinoco, destacando los bagres pimelódidos conocidos *Brachyplatystoma filamentosum* y *B. vaillantii*. Los bagres rayados, como comúnmente se les llama a *Pseudoplatystoma tigrinum* y *P. Fasciatum*, aunque además del hábitat del canal principal pueden utilizar también las lagunas presentes en el plano de inundación del Orinoco, migran cuando van a desovar y ocupan el canal principal antes de migrar a las estribaciones montañosas andinas. Estas migraciones de largas distancias, longitudinales y asociadas al canal principal, están siempre relacionadas a los ciclos reproductivos de las especies de peces de ambos órdenes, particularmente durante los períodos de desove o reproducción.

Ambas especies de bagres (*Pseudoplatystoma tigrinum* y *P. fasciatum*) presentan una reproducción sincrónica, probablemente influenciada por el ciclo hidrológico del ambiente, que los motiva a migrar. La maduración de las gónadas ocurre al inicio de la temporada de lluvias, cuando las aguas del canal principal del río Orinoco comienzan a ascender. Las migraciones de ambas especies de bagres, así como los de mayor tamaño que nunca abandonan el canal principal, coinciden con las grandes ribazones de las especies de escamas, como el coporo o bocachico, *Prochilodus mariae*, y, posiblemente, otros Characiformes que también migran aguas arriba, a través del río Portuguesa y desovan en el piedemonte andino.

Ambas migraciones longitudinales ocurren simultáneamente, lo que facilita la alimentación de los bagres mencionados, que son tope de la cadena trófica y, por lo tanto, piscívoros. Esta condición determina que los bagres migratorios ya con sus gónadas maduras, utilicen como recurso alimentario el coporo en la medida en que migra también para desovar, en la misma dirección (Castillo, 1988; Escobary Taphorn, 2003).

Una vez que ambos grupos de peces desovan en el piedemonte andino del río Portuguesa, la acción gravitatoria del agua fluvial transporta y dispersa pasivamente aguas abajo sus productos reproductivos representados por los huevos y los alevines, durante el período de lluvia, hacia la planicie de inundación, tipo delta interior, que se conforma por el represamiento de las aguas del río Apure en su desembocadura al Orinoco (Reid, 1983; Castillo, 1988). En este tipo de planicie de inundación heterogénea y de variados recursos alimentarios se alimentan y crecen, refugiándose en la vegetación acuática y la leñosa tanto las distintas especies de peces del orden Characiforme, como las de los Siluriforme, representados por los bagres pequeños y de mediano tamaño, aunque no se descarta que la misma función de crianza y crecimiento también ocurra en las otras dos planicies de inundación y sus lagunas, asociadas al tramo inferior del río Orinoco y ubicado principalmente en la margen izquierda de la sección comprendida entre Cabruta y Barrancas del Orinoco y en el propio delta del Orinoco, como lo destaca Rodríguez (*et al.*, 2007).

Así mismo, Novoa (1990) cita un tercer grupo de peces confinados principalmente a los sistema lagunares en las tres planicies de inundación presentes a lo largo del río Orinoco donde se destacan especies como el pavón (*Cichla ocellaris*), la guabina (*Hoplias malabaricus*), el curito (*Hoplosternum litoralle*), la cupaneca (*Astronotus ocellatus*) y la guaraguara (*Hypostomus sp.*), que se encuentran también en los canales secundarios del río, los cuales se comportan como lagunas durante los meses de aguas bajas.

La familia Pimelodidae, conocida como peces «de cuero», es numerosa, muy diversificada y de amplia distribución, encontrándose en gran parte de las cuencas amazónica y orinoquense. La mayoría de las especies de este importante grupo presentan costumbres nocturnas y ejecu-

tan movimientos migratorios a lo largo y ancho del río Orinoco en búsqueda de mejores áreas de alimentación y desove. Con frecuencia se les encuentra persiguiendo a los cardúmenes de peces «de escama», del orden Characiforme como el coporo (*Prochilodus mariae*), la palometa (*Mylossoma duriventris*), el bocachico (*Semaprochilodus kneri*) y la palambra (*Brycon henni*), entre otros.

Una de las características más importantes de las poblaciones de bagres del orden de los Siluriformes, tanto en la cuenca Amazónica como en la del Orinoco, es la abundancia de especies depredadoras o tope de las cadenas tróficas, siendo los grandes bagres de la familia Pimelodidae los más representativos; dentro de ellos destaca el dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*), considerado como una de los más grandes peces migratorios de la Orinoquia y de la Amazonía (Barthem & Goulding, 1997, 2007; Castillo, 1988).

Los peces en Suramérica constituyen uno de los grupos más diversificados y abundantes de los vertebrados modernos. Dominan las aguas fluviales, gracias a la gran variedad de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas que les permite vivir en diferentes regiones y ambientes. Su evolución a lo largo del tiempo se debe a la interacción de un conjunto de factores tales como la edad geológica, la heterogeneidad espacial, estabilidad climática, competencia y depredación (Machado-Allison, 2005).

Los bagres Siluriformes constituyen el orden de mayor diversidad y distribución geográfica de las aguas continentales en Suramérica, agrupados en 30 familias, 412 géneros y aproximadamente 2.400 especies (Nelson, 1994). En Venezuela, representan el 30% de la ictiofauna y muchas de sus especies son cotizadas en el mercado comercial u ornamental (Machado-Allison, 1993). La familia más representativa, Pimelodidae, es ecológicamente la más diversificada y al mismo tiempo una de las más importantes como recurso pesquero (Mago *et al.*, 1986; Castillo, 1990).

Los pimelódidos en su ámbito de distribución geográfica son abundantes desde México hasta Argentina, aunque pocos géneros están presentes en la ictiofauna de Argentina, Chile, Panamá y Costa Rica. Se conocen más de 60 géneros que abarcan alrededor de 300 especies. En Venezuela se han señalado 33 géneros, con aproximadamente 96 especies, entre las cuales hay varias comunes en las pesquerías comerciales (Mago *et al.*, 1986; Taphorn *et al.*, 1997).

El género *Pseudoplatystoma* comprende algunos de los grandes bagres de la familia Pimelodidae, con sus tres especies reconocidas: *P. fasciatum*, *P. tigrinum* y *P. coruscans*, distribuidas desde la parte norte y oriental de Suramérica, hasta el oriente de los Andes y sur de Paraná (Welcomme, 1985; Petrere, 1995). En Venezuela, hasta la fecha, se han reportado las dos primeras especies que son simpátricas, en las cuencas del Orinoco, Amazonas y Esequibo (Barbarino y Taphorn, 1995).

Los bagres rayados, como comúnmente se les llama a *P. fasciatum* y *P. tigrinum*, recientemente han sido cambiados ambos a nivel de especies después de una revisión taxonómica, a *Pseudoplatystoma orinocoense* y *P. metaensis*. Ambas especies tienen reproducción sincrónica, probablemente influenciada por el ciclo hidrológico del ambiente, lo que los motiva a migrar. La maduración ocurre al inicio de la temporada de las lluvias cuando las aguas suben, momento aprovechado por los bagres maduros para la dispersión de sus productos reproductivos, mientras que la cría es disgregada por la corriente hacia las zonas inundadas donde se alimenta y crece, refugiándose en la vegetación acuática (Reid, 1983; Castillo, 1988).

En la zonificación de las pesquerías continentales de Venezuela, Insopesca señala a la región natural del abanico deltaico o delta del Orinoco propiamente dicho, como perteneciente a la Zona D. Esta comienza aguas abajo de la población de Barrancas y contemplaba originalmente las subregiones naturales del delta medio e inferior. Recientemente, González (2013), en pren-

sa, propone la unión de ambas subregiones naturales (delta medio e inferior en una sola) denominada delta inferior, sobre la base de que ambas presentan un mismo tipo de vegetación y el hecho de estar conformada por extensos planos de turba y aguas negras ácidas y oligotróficas (Vegas-Villarrubia *et al.*, 1988).

González (op. cit.) propone una tercera subregión natural, denominada delta suroriental, constituida por el extenso estuario comprendido entre los distributarios o caños Araguao y el río grande del Orinoco. Una vez que se cerró el caño Mánamo (mediante una compuerta que solo permite el paso de 200 m³/s), la asimetría en cuanto al transporte de agua y sedimentos aportados al Atlántico por el río grande del Orinoco se incrementó hasta cerca de un 80%.

El alto contenido de sedimentos en suspensión, y la fuerte acción semidiurna de las mareas en esta subregión natural denominada delta suroriental, ha contribuido a conformar un conjunto de islas actuales y subactuales, separadas por numerosos ejes fluviales anastomosados. Estas se inundan, diaria y periódicamente, por el represamiento de las aguas fluviales, como consecuencia de un régimen de mareas semidiurno y mesomareal (la pleamar y bajamar ocurren dos veces durante el día lunar y la marea asciende entre 2 a 3 m durante la pleamar).

El pulso de nutrientes que se produce diaria y estacionalmente, determina la presencia de un conjunto de especies arbóreas en los bancos altos de albardón de orilla, que condiciona la presencia de un bosque alto denso siempreverde periódicamente inundable, con afinidades florísticas a los presentes en el delta superior. En este ambiente asociado al estuario del río grande del Orinoco con dos distributarios de aguas blancas o turbias, condiciona una elevada producción de diferentes especies de peces de las distintas familias que constituyen los órdenes Characiforme y Siluriforme.

Las especies asociadas a las distintas familias de los dos órdenes citados forman parte de las pesquerías artesanales de las distintas poblaciones de la etnia Warao y los peces de escamas del orden Characiforme constituyen el principal alimento de los bagres más grandes presentes en la cuenca del Orinoco, representados por *Brachyplatystoma vaillantii* (lau-lau), *Brachyplatystoma filamentosum* (burrote) y *Brachyplatystoma rousseauxii* (dorado).

Esta subregión natural del delta del Orinoco representa la zona de cría y crecimiento de los grandes bagres mencionados y, por lo tanto, debe ser preservada en su mejor condición posible. Los bagres mencionados, según literatura consultada, no abandonan el canal principal del río Orinoco y, una vez que alcanzan el desarrollo y madurez gonadal, ascienden a desovar desplazándose en una migración longitudinal por la sección más profunda del río hasta alcanzar las estibaciones del piedemonte andino por la ruta del río Portuguesa (Escobar y Taphorn, 2006).

Conclusiones y recomendaciones

1. La comprensión científica de los sitios de mayor diversidad, hábitats críticos y el estado de conservación de los peces en la cuenca del Orinoco es actualmente insuficiente para satisfacer las necesidades de manejo.
2. El cumplimiento de la normativa de pesca es baja y la sobrepesca está modificando drásticamente la abundancia relativa, estructura de la población y la distribución de las poblaciones de peces.
3. La especie del cíclido *Caquetaia krausii*, restringida originalmente a la cuenca del lago de Maracaibo y, gran parte de la cuenca del mar Caribe, fue introducida en la década de los sesenta en el lago de Valencia y varias represas del norte del país. Actualmente se encuentra en los ríos del bajo llano de Barinas, Guárico, Apure y bajo Orinoco, en la cuenca del río Cuyuní y en el delta del Orinoco. Esta especie es omnívora y en un estudio realiza-

do en los cuerpos de agua de diez estados del occidente del país se encontró que la especie *C. krausii* presentó una abundancia relativa de un 10,2% de las capturas y estuvo presente en el 52% de los sitios muestreados (González *et al.*, 2005). Además, resultó ser la especie más abundante en cuatro de ellos y presentó una alimentación de tipo omnívora, con marcada tendencia a ser piscívora y caníbal (González *et al.*, 2005; Royero y Lasso, 1992).

4. Esta última especie, *C. krausii*, prefiere los cuerpos de agua lénticos como la extensa planicie de inundación representada por el delta interior que se forma por el represamiento de las aguas del río Apure por las del Orinoco durante el período de aguas altas, con 21.000 km². Esta planicie de inundación actúa como un sitio de cría y alimentación para los alevines de las distintas especies de los órdenes Characiformes y Siluriformes, que migran estacionalmente a desovar en el piedemonte del río Portuguesa. La alta adaptabilidad de la especie exótica *Caquetaia krausii*, unida a su agresividad, tamaño y su tasa de reproducción, pudiera convertirse en una amenaza para el futuro de los alevines de las distintas especies del primer orden citado, por su tendencia a ser piscívora.
5. La excesiva sobrepesca de las grandes especies de bagres de los géneros *Brachyplatystoma* y *Pseudoplatystoma* y la falta de un control que haga respetar las tallas mínimas permitidas para la pesca comercial y de subsistencia, ha traído, como consecuencia, una disminución marcada en las toneladas de pesca anual que se reportan al centro de pesquería continental más grande del Orinoco, ubicado en la ciudad de San Fernando de Apure.
6. Las subcuencas que drenan sus aguas al río Orinoco, como la del río Morichal Largo y la de los ríos Caris, Pao, Zuata y Manapire, no tienen importancia significativa para la pesquería comercial y, prácticamente, no presentan especies endémicas. Desde el punto de vista biogeográfico, la subcuenca del río Morichal Largo, por ser un río de aguas negras, reporta actualmente 180 especies que tienen una mayor afinidad con el Escudo de Guayana que con el resto de las tres regiones naturales presentes en la Faja Petrolífera del Orinoco, los Llanos orientales, centro orientales y los centrales. Sin embargo, en estos últimos destaca la cuenca de los ríos Aguaro-Guariquito, la cual fue declarada como Parque Nacional con el nombre de los dos ejes fluviales que la drenan en su sección más oriental y occidental respectivamente.
7. Dentro del área del parque existe una muestra de las tres subregiones naturales de los Llanos centrales, representados por las subregiones naturales denominadas Llanos altos, medios y bajos. En los dos últimos, y particularmente en los Llanos bajos, la planicie antigua de naturaleza arcillosa fue cubierta por un conjunto de dunas eólicas que se originaron aparentemente a partir de la erosión y transporte por el viento, de las arenas superficiales de Formación Mesa.
8. Dicho evento estuvo asociado a un clima más seco que el actual, durante el Cuaternario Q₂. El relieve plano de la subregión de los Llanos bajos, con altura inferior a los 50 msnm, condiciona que esta subregión natural sea inundada anualmente, tanto por el desborde de las aguas blancas o turbias del río Orinoco, como por el efecto del represamiento que ejercen las aguas altas del río citado sobre las aguas drenadas por el río Guariquito y los demás ríos que con cauces sin entalles drenan esta subregión.
9. Es importante destacar que, de acuerdo con el mapa de cuencas hidrográficas presentes en el área ocupada por la Faja Petrolífera de Orinoco en los Llanos de Venezuela, existe una separación biogeográfica a partir de la cuenca del río Pao hacia el oriente, caracterizada por ríos autóctonos (que nacen y drenan la formación Mesa) los cuales tienen una mayor afinidad biogeográfica con el Escudo Guayanés, básicamente porque son drenados por ríos de aguas negras, donde los que se destacan son el río Caris y el Morichal Largo entre otros.

Las subcuencas ubicadas a la izquierda del río Pao, correspondientes a los ríos Zuata, Iguana y Manapire son más bien llaneras desde el punto de vista de las especies de peces. Sin embargo, la de Aguaro-Guariquito sería más bien mixta porque el Aguaro es un río de aguas negras. Sin embargo, el represamiento del río Guaritico por el Orinoco se traduce en que un importante grupo de especies de peces típicas de ríos de aguas blancas o turbias se mezclen, al menos temporalmente, al ser desplazado por el pulso de inundación al plano constituido por la sección inferior de la subregión de los Llanos bajos que limita con el río Orinoco por su margen izquierda.

10. El desborde estacional del río Orinoco adicionalmente origina una migración lateral de un conjunto de especies de peces que se mueven lateralmente a desovar y conseguir alimentos, tanto de los órdenes Characiforme como del Siluriforme. Este conjunto de especies se mezclan con los peces de aguas negras del río Aguaro e incrementan estacionalmente a más de 160 especies las presentes en este.

Bibliografía citada

Barbarino, A. y D. Taphorn. 1995. *Especies de la pesca deportiva. Una guía de identificación y reglamentación de los peces de agua dulce en Venezuela*. UNELLEZ-Fundación Polar, Caracas.

Barbarino, A. y K. O Winemiller. 2003. «Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers», Venezuela. *Journal of Fish Biology*. 63: 410-427.

Barthem, R y M. Goulding. 1997. *The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators*, Columbia University Press, New York. 144 pp.

Barthem, R. y M. Goulding. 2007. An Unexpected Ecosystem. *The Amazon as Revealed by Fisheries*. Museu Paraense Emilio Goeldi, Amazon Conservation Association, Missouri Botanical Garden: Gráfica Biblos.

Castillo, O. 1988. *Aspectos bioecológicos sobre los peces comerciales del bajo llano con énfasis en los bagres (Orden Siluriformes)*. Tesis de Maestría, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 114 pp.

Castillo, O. 1990. *El recurso pesquero en la sub-cuenca del río Apure. Informe Técnico*, Caracas. 3 pp.

Escobar, M. D. y D. C. Taphorn. 2006. «Manejo de las poblaciones de bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) del Orinoco, a partir de análisis de variabilidad genética». Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. 164: 79-100.

González, J., R. Ortiz, E. Solórzano, M. Campos, C. Marcano y H. López. 2005. «Distribución y caracterización de especies del grupo de Tilapias (Oreochromis spp.) y Petenia (*Caquetaia kraussii*) en ecosistemas naturales en la zona occidental de Venezuela». *Zootecnia Tropical* 23(4): 447-464.

González, V. 1998. «La vegetación de la planicie de inundación de la margen izquierda de un sector del bajo Orinoco». En: López, J., Saavedra, I. y Dubois, M. (Eds.) *El río Orinoco: aprovechamiento sustentable*, pp. 55-68. Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

González, V., M. Pietrangeli, M. Gutiérrez, S. Rodríguez, G. De Martino, M. Rengifo, R. Durán 2011. «Vegetación y uso de la tierra». En: M. Gutiérrez Angulo, J. L. Berroterán (Eds.) *Evaluación de los sistemas ecológicos de la Faja Petrolífera del Orinoco como base para la ordenación territorial*, Capítulo 5, pp. 1-246. Editorial G. Buenaño, Caracas.

González, V. 2013. «Los matorrales de pantano de *Chrysobalanus icaco* en el delta del Orinoco». En: E. Medina, O. Huber y J. Nassar (Eds.) *Homenaje a Volkmar Vareschi: Recorriendo el paisaje vegetal de Venezuela*. 1-17. En prensa.

Junk W. J., P. B. Bayley, y R. E. Sparks. 1989. «The flood pulse concept in river-floodplain systems». In D.P. Dodge (Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium* pp. 110-127. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106.

Junk W. J., y K. M. Wantzen. 2004. «The flood pulse concept: new aspects, approaches, and applications—an update». In *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*, Volume I, Welcomme, R. L., Petr, T. (Eds). FAO-RAP Publicación: Bangkok; 117-149.

Junk, W. J., M. T. F. Piedade. 2010. «An Introduction to South America Wetland Forest: Distribution, Definitions and General Characterizations». In: W. J. Junk, F. Wittmann, P. Parolin, M. T. F. Piedade, J. Schongart (Eds.) *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*, pp. 3-26. Springer Verlag, New York.

Lasso, C., D. Lew, D. Taphorn, Do C. Nascimento, O. Lasso-Alcalá, F. Provenzano, A. Machado-Allison. 2004. «Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas». Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. 159-160: 105-195.

Lewis, W. M. Jr., S. K., Hamilton, J F. III. Saunders. 1995. «Rivers of Northern South America». In: C. Cushings, K. Cummins, G. W. Minshall (Eds.), *River and Stream Ecosystems*, pp. 219– 256. University of California Press, Berkeley, California.

Lewis, W. M. Jr., Hamilton, S. K., Lasi, M. A., Rodríguez, M. A., Saunders, J. F. III, 2000. «Ecological determinism on the Orinoco floodplain». *BioScience*. 50: 681-692.

Lowe-McConnell R. H. 1975. *Fish communities in tropical freshwaters*. Longman, London.

Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, London.

Machado-Allison, A. 2005. *Los peces de los Llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural*. 3ª ed. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Mago, F., P. Nass y O. Castillo. 1986. *Larvas, juveniles y adultos de bagres de la familia Pimelodidae (Teleostei, Siluriformes) de Venezuela*. Informe final, Coni-

cit, Proyecto S1-1500, Caracas. 168 pp.

Nelson, J. 1984. *Fishes of the World*. Second Edition, Wiley & Sons. New York.

Novoa, D. 1982. *Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación*. Corporación Venezolana de Guayana. Editorial Arte. Caracas, Venezuela.

Novoa, 1990. «El río Orinoco y sus pesquerías; estado actual, perspectivas futuras y las investigaciones necesarias». En: Weibezahn, F. H., H. Álvarez, W. M. Jr. Lewis. (Eds.), *El río Orinoco como ecosistema*, pp. 387 – 406.

Ponte, V., A. Machado-Allison, Lasso, C. 1999. *La ictiofauna del delta del río Orinoco, Venezuela: una aproximación a su diversidad*. Acta. Biol. Venez. 19: 25-46.

Rodríguez, M. A., y W. M. Jr. Lewis. 1990. «Diversity and species composition of fish communities of Orinoco floodplain lakes». *National Geographic Research* 6, 319–328.

Rodríguez, M. A., y W. M. Jr. Lewis. 1994. «Regulation and stability in fish assemblages of neotropical floodplain lakes». *Oecología* 99: 166–180.

Rodríguez, M. A., Lewis, W. M. Jr., 1997. «Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River». *Ecological Monographs* 67, 109–128.

Rodríguez, M. A., K. O. Wine-miller W. M. Lewis, Jr., D. C. Taphorn Baechle. 2007. «The freshwater habitats, fishes, and fisheries of the Orinoco River basin». *Aquatic Ecosystem Health and Management* 10:140–152.

Reid S. 1983. «La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la cuenca del río

Apure, Venezuela». *Rev. UNELLEZ Cienc. Tecnol.* 1(1): 13-41.

Royero R, y C. Lasso. 1992. «Distribución geográfica actual de la mojarra de río *Caquetia kraussii* (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae)» en *Venezuela: un ejemplo del problema de la introducción de especies*. Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. 52: 163-180.

Taphorn, D., R. Royero, A. Machado-Allison y F. Mago-Leccia. 1997. «Lista actualizada de los peces de agua dulce de Venezuela», pp. 55-100. En: La Marca, E. (Ed.), *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela. Serie Catálogo Zoológico de Venezuela*. Vol. 1. Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida, Venezuela.

Vegas-Villarrubia, T., , J. Paolini, R. Herrera 1988. «A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela». *Arch. Hydrobiol.* 111: 491-506

Welcomme R. L. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Prentice Hall Press. London, RU. 279 pp.

Welcomme R. L. 1990. «Status of fisheries in South American rivers». *Interciencia* 15: 337-34561.

Welcomme R. L. 1992. Pesca fluvial. Doc. Téc. de Pesca No 262. FAO. Roma, Italia. 303 pp.

Welcomme, R. 1985. «River fisheries». FAO. *Fisheries Technical Paper*, 262: 1-130.

Willis, S. C., Winemiller, K. O., López-Fernández, H., 2005. «Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river». *Oecologia* 142: 284–295.

DEFINICIÓN DE
SITIOS PRIORITARIOS
DE CONSERVACIÓN DE
FAJA PETROLÍFERA
DEL ORINOCO





Introducción

La cuenca del Orinoco se ubica al norte del continente suramericano y posee una extensión de aproximadamente 1.164.615 km², de los cuales 757.000 km², un 65%, se encuentra en territorio venezolano. La diversidad biológica de los Llanos venezolanos inmersos en esta enorme cuenca, es comparable a la presente en el Pantanal de Brasil, Bolivia y Paraguay, lo que le da relevancia regional y global (Ruiz, 2005). Estos ambientes han sido identificados como una de las regiones naturales más prioritarias del país en cuanto a la necesidad de ser conservados para el disfrute de las generaciones futuras, al menos aquellas áreas más importantes para la biodiversidad, los hábitats más representativos de especies de animales y plantas, que puedan garantizar la presencia de dichas especies en el largo plazo, o de aquellas actualmente consideradas en situación de amenaza y que necesitan urgentes medidas de protección (WWF, 2000).

Al norte del río Orinoco y emplazada en tres subregiones naturales, conocidas como Llanos centrales, Llanos centro orientales y Llanos orientales, se encuentra la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO), que constituye la fuente de reservas probadas de hidrocarburos pesados y extrapesados más grande del mundo, con una extensión de 55.314 km², lo que representa el 7,2% de la cuenca del Orinoco. Este gran reservorio petrolero fue dividido por el Estado venezolano en cuatro grandes áreas, siendo estas, de oeste a este: Boyacá, Junín, Ayacucho y Carabobo; a su vez, segmentadas en 29 bloques de 500 km² cada uno aproximadamente. El área de explotación actual es de 11.593 km².

La importancia de esta subregión reside no solo en razones de tipo biológico (presencia significativa de bosques deciduos poco intervenidos, palmares de interés ecológico, significativa riqueza de vertebrados neotropicales), sino también en la repercusión e impactos de la actividad petrolera en los procesos sociales, culturales, económicos e industriales que allí tienen lugar. La exploración, producción, transporte, refinación y distribución de las mayores reservas probadas de crudos pesados, requieren de nuevas locaciones para desarrollar modernas refinerías, terminales para la exportación, complejos de generación de electricidad, así como la expansión y creación de centros poblados dotados de infraestructuras y servicios que garanticen una calidad de vida digna a sus pobladores. Todas estas son actividades susceptibles de afectar el ambiente y la biodiversidad, cuyos impactos ambientales requerirán del continuo monitoreo y seguimiento por parte del Estado y sus habitantes.

En Venezuela, la normativa legal vigente exige y compromete, de manera obligatoria, a que la ejecución de cualquier actividad susceptible de degradar el ambiente esté sujeta a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural (artículos 127 y 128 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y Decreto 1257, Gaceta Oficial N° 35.946). En estas evaluaciones se debe describir el alcance del proyecto y sus actividades, identificar y evaluar los impactos ambientales y, consecuentemente, proponer medidas para evitarlos, reducirlos o mitigarlos, además de diseñar un plan de seguimiento y supervisión ambiental.

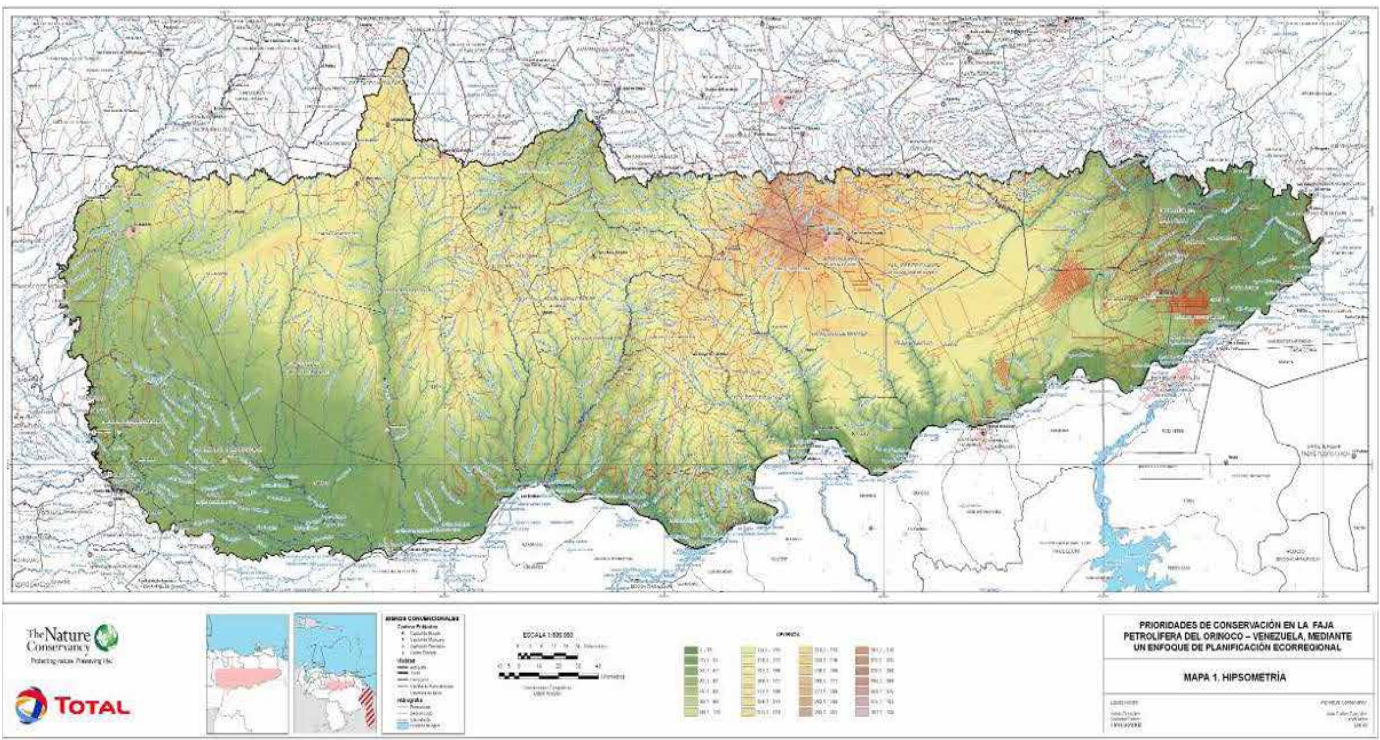
Ante la evidente necesidad de conservar la biodiversidad, se hace indispensable el planteamiento de estrategias de planificación ecorregional que apoyen al proceso de ordenamiento territorial. Así se busca asegurar el desarrollo armónico de ese ámbito geográfico, balanceando adecuadamente las variables económicas, sociales, culturales, institucionales y ambientales, lo que permite la coexistencia de estas realidades en una relación de mutuo beneficio o, al menos, de mínima interferencia entre ellas.

En la actualidad, la expansión demográfica de las poblaciones humanas ha traído como consecuencia, grandes cambios ambientales globales y el crecimiento acelerado de áreas urbanas, industriales y agrícolas. La presión sobre nuevos ecosistemas naturales ha generado una pérdida significativa de biodiversidad y desencadenado fenómenos como la desertificación y el tangible cambio climático.

Dentro del proceso dinámico de operaciones de aprovechamiento petrolero, las actividades asociadas a cada una de las fases de esta industria (muy susceptible a generar impactos negativos al ambiente), son incorporadas al proceso de formulación de estrategias. La planificación ecorregional o la planificación para la conservación de sitios (Groves y col., 2000), es una metodología que combina la información disponible sobre los sistemas naturales, el conjunto de amenazas que se cierne sobre ellos y las metas de conservación establecidas para seleccionar un portafolio de áreas prioritarias para la conservación. Si el proceso de planificación se lleva a cabo antes del inicio de las actividades industriales, las empresas involucradas dispondrán de una referencia objetiva y directamente aplicable para conservar la biodiversidad en sus áreas de operación y gestión.

La jerarquía de la mitigación es un nuevo concepto que trata de generar acuerdos entre desarrollo y conservación, a través de la aplicación de una serie de pasos lógicos para que existan resultados positivos tanto para la biodiversidad como para los proyectos que se piensan generar en un área. La jerarquía de la mitigación propone que los proyectos recorran tres etapas para su diseño: evitar, minimizar y compensar. Los proyectos entonces, deben comenzar por identificar aquellas áreas más susceptibles ambientalmente, a fin de que sean evitadas, y localizar los proyectos fuera de estas, tomando en cuenta los impactos directos, indirectos y acumulativos que se generarán. Un segundo paso es la minimización de los impactos, es decir, una vez que el proyecto se ha localizado en un área apropiada, deben aplicarse medidas y manejo adecuados para que sus impactos se reduzcan al mínimo posible. En esta etapa entran en juego tanto las buenas prácticas ambientales o corporativas, como la tecnología que permite limitar los impactos. Por último, la jerarquía de la mitigación propone que aquellos impactos que no pudieron ser evitados ni minimizados, deban ser compensados ambientalmente (a través de procesos de conservación y restauración) a fin de que, al final, se pueda obtener un resultado denominado impacto neto neutral o de no pérdida neta de biodiversidad (cuando las acciones de restauración y conservación son ejecutadas para compensar las pérdidas originadas por el proyecto) o impacto neto positivo de biodiversidad (cuando las acciones de conservación y restauración generan un excedente comparado con los impactos (directos, indirectos y acumulativos) del proyecto.

Con el fin de apoyar una mejor toma de decisiones y de incorporar la jerarquía de la mitigación desde etapas tempranas, la Fundación The Nature Conservancy de Venezuela (TNC) generó el presente ejercicio de planificación ecorregional, para lo cual seleccionó un equipo técnico de investigadores de reconocida experiencia en varias especialidades. Este equipo técnico participó en un conjunto de talleres y actividades, que permitieron la búsqueda y recopilación de información ambiental, de forma multifactorial e integrada desde el punto de vista ecosistémico. El producto de este trabajo es, por un lado, la selección de las áreas de mayor biodiversidad o importantes por los procesos naturales que en ellas se desarrollan y que deberían tomarse en cuenta como sitios donde «evitar» futuros desarrollos. Por otro lado, se presentan una serie de estrategias para la conservación en el área, las mismas que deberían enfocarse y dirigirse a la consolidación de dichas áreas como áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice en el largo plazo su permanencia y funcionalidad. Dichas estrategias están disponibles para ser tomadas en cuenta por parte de las empresas y de los gobiernos regionales y municipales, para que puedan ser incorporados en sus planes de ordenamiento territorial. Con ello se pretende contribuir desde el lado ambiental con información valiosa que apoye un correcto proceso de toma de decisiones, apoye el ordenamiento territorial del área, genere propuestas de sitios de protección y exclusión debido a su importancia, y aporte a las empresas con un listado de estrategias que sean apoyadas por ellas y se logre a largo plazo un proceso ordenado de desarrollo que tome en cuenta la biodiversidad.



Mapa 1. Mapa hipsométrico del área de estudio

Carlos González
Juan Carlos González
Valois González
Salvador Bohrer
Lila Gil
Eduardo Klein
Haymara Álvarez

DEFINICIÓN DE SITIOS
PRIORITARIOS DE
**CONSERVACIÓN DE
AGUA DULCE** EN LA
FAJA PETROLÍFERA
DEL ORINOCO



1. Introducción

La priorización de áreas para conservación es una herramienta importante para el ordenamiento territorial, la planificación sectorial y de obras de infraestructura futura. El objetivo de estos ejercicios es la conservación de la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos. La información que se proporciona es valiosa para determinar los sitios que los proyectos de desarrollo deben evitar (en este caso, el desarrollo petrolero que se hará por parte del Estado y las empresas), y que en consecuencia deberían apoyar para su conservación a través de acciones y estrategias de compensación a la biodiversidad. Este concepto toma cada vez más fuerza por parte de gobiernos, como es el caso de Colombia, Chile, Perú, que han actualizado sus procesos de licenciamiento ambiental, así como de algunas empresas e instituciones financieras que promueven el desarrollo y mejores prácticas con el entorno natural –y por ende social– donde se realizarán los proyectos.

La metodología de planificación de prioridades de conservación en agua dulce ha sido adoptada de propuestas desarrolladas por Higgins (2005), Thieme *et al.* (2007) y Sowa *et al.* (2007) en las que se usan técnicas de sistemas de información geográfica para desarrollar y clasificar «tipos de hábitats acuáticos, para luego seleccionar y priorizar los más representativos y los de mejor integridad ecológica para la conservación y manejo de la biodiversidad, los ecosistemas y los procesos ecológicos de agua dulce. Estos métodos han sido aplicados en muchas grandes cuencas alrededor del mundo por un gran número de investigadores, organizaciones de conservación y agencias de manejo de recursos naturales, como plataforma para la planificación de ecosistemas de agua dulce y manejo integrado de recursos hídricos» (Tellez, 2011).

Se denomina portafolio al conjunto de Unidades Hidrográficas o sitios prioritarios escogidos. La selección tiene en cuenta la definición de objetos de conservación (pudiendo ser estos tanto ecosistemas como hábitats o especies). Uno de los elementos que se incorporan en la planificación de agua dulce es la estructura jerárquica que debe existir para clasificar ecosistemas de agua dulce y que parte de:



La selección de estos sitios prioritarios siguió los siguientes criterios importantes:

- **Representatividad:** Se seleccionan objetos de conservación a nivel de unidades ecológicas de drenajes, sistemas ecológicos de agua dulce y especies que sean representativas de todo el conjunto de elementos de biodiversidad presentes en el área de estudio.
- **Condición ecológica:** Dentro de los límites de conocimiento e información disponible, este criterio busca que las unidades y sistemas ecológicos seleccionados contengan elementos indicadores de la biodiversidad con la mayor viabilidad o integridad ecológica.
- **Conectividad:** Se seleccionan unidades ecológicas de drenaje y sistemas ecológicos de agua dulce que están longitudinalmente conectados.

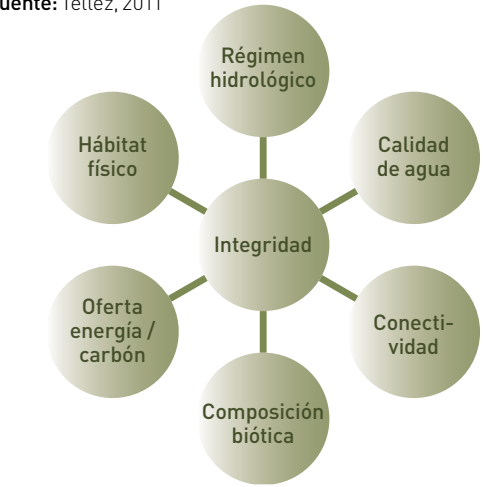
- **Eficiencia:** El portafolio está compuesto por un conjunto de áreas que, bajo conservación efectiva, permitirían la persistencia en el largo plazo de la biodiversidad y procesos ecológicos allí presentes.

Esta metodología fue adaptada a las condiciones de información del área de estudio.

«A cada sistema ecológico de agua dulce le subyacen un conjunto de factores formadores que están determinados por una combinación específica de procesos geológicos, climáticos, fluviales y ecológicos, además de su historia evolutiva que en conjunto inciden sobre el comportamiento de seis atributos ecológicos, considerados como condicionantes para mantener una adecuada integridad ecológica de los sistemas ecológicos: 1. el régimen hidrológico, abarcando el régimen superficial, el agua subterránea, la inundación superficial y el régimen de humedad del suelo; 2. la conectividad longitudinal o el gradiente de continuidad aguas arriba y aguas abajo y la continuidad lateral o la continuidad hidráulica entre los planos inundables y la superficie adyacente; 3. las condiciones del hábitat físico, es decir la morfológica del cauce que está influenciada por la acumulación de sedimentos y materia orgánica; 4. la composición y estructura biótica; 5. las interacciones entre especies y elementos del ecosistema, intercambios de energía y relaciones funcionales entre especies y; 6. el régimen químico de agua (calidad), es decir, la salinidad, alcalinidad, dureza, temperatura, sales minerales, gases disueltos y turbiedad. Estos seis atributos no solo definen el carácter específico de cada sistema, sino que también determinan la posible respuesta y resiliencia del mismo a la alteración de cada uno o de todos los atributos. La Figura siguiente muestra un esquema de estos cinco atributos» (Tellez, 2011)

Figura N° 1. Componentes de integridad de ecosistemas de agua dulce

Fuente: Tellez, 2011



La **priorización de ecosistemas acuáticos** partió de la división del área de estudio en unidades hidrológicas (UHA) con base en un modelo digital de terreno. Estas unidades o microcuencas constituyen la base para analizar en cada una de ellas la viabilidad ecológica así como el estado de actividad humana del área. En el caso de la FPO, se analizaron desde el lado de la viabilidad, elementos como el porcentaje de cobertura natural en cada una de las unidades, la presencia de hábitats para especies importantes (peces, aves, reptiles, anfibios y mamíferos relacionados con agua), zonas de inundación y planicies inundables, así como unidades que sirven de conexión para las áreas de importancia.

Desde la perspectiva de las presiones por actividades humanas, se consideró la presencia de agricultura (en la unidad hidrológica, así como en la porción inundable), actividades forestales, actividades petroleras presentes y futuras (relacionadas con la presencia de infraestructura), carreteras, tendidos eléctricos, minería, fuego, presencia de represas, entre otras.

Con base en los valores que cada UHA tiene tanto en su condición como en sus amenazas, se genera el proceso de priorización de unidades hidrológicas. En primer lugar, se escogen aquellas que están junto a los ríos más caudalosos del área de estudio; en segundo lugar, las unidades de zonas de inundación en mejor estado; en tercer lugar, aquellas que representan hábitats importantes para especies; y, por último, unidades que están en buen estado de conservación y sirven para conectar todas las unidades. De esta forma, se pone énfasis en la conectividad longitudinal, conectividad lateral, riqueza de especies, y valor para servicios ambientales. Se tratan de escoger las unidades en mejor estado de conservación pero también aquellas más importantes para la conectividad y para garantizar los procesos naturales que garantizan la salud de los ecosistemas acuáticos.

2. Definición de unidades hidrográficas de análisis (UHA)

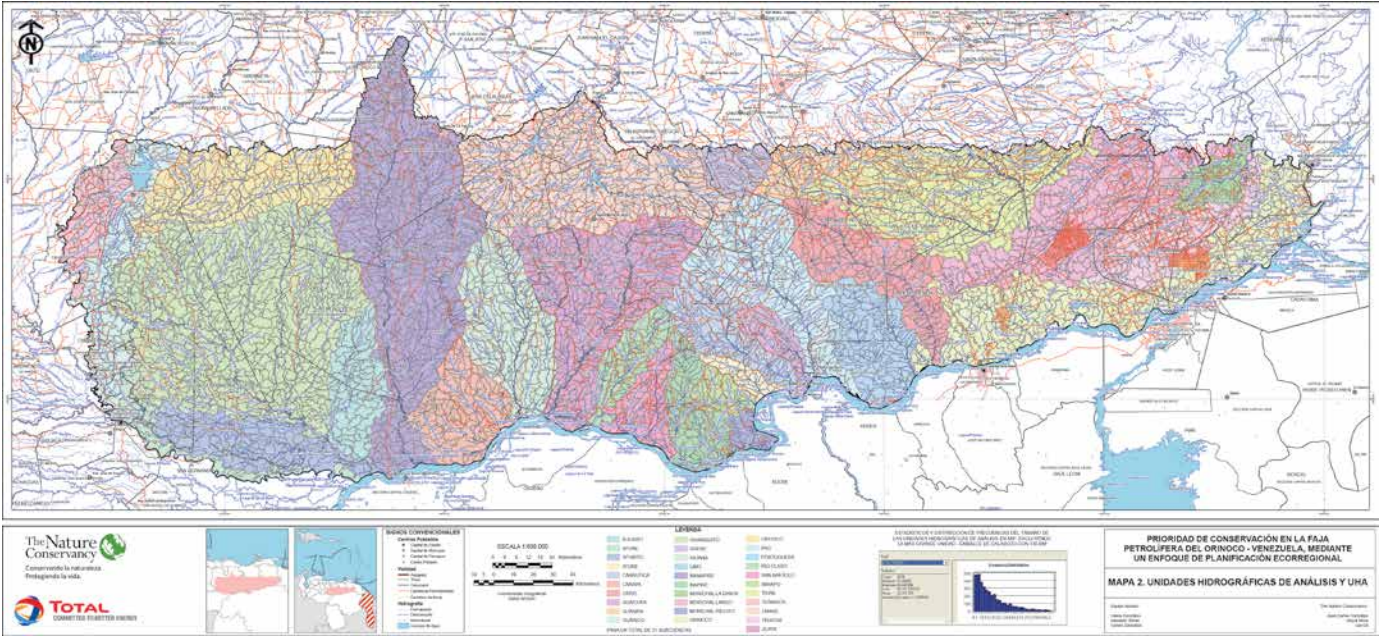
La cuenca hidrográfica es la unidad de gestión básica en la que se debe basar la ordenación del territorio, por lo que se ha seleccionado como unidad hidrográfica de análisis (UHA).

Las cuencas permiten disponer de un marco de análisis para el modelado de los sistemas ecológicos. El procedimiento de delimitación facilita el establecimiento de diferentes niveles de análisis con vínculos de agregación entre las unidades, conformando productos o soluciones a diversas escalas.

La metodología empleada consistió en los siguientes pasos:

Se aplicó un método semiautomático para definir las UHA, utilizando el modelo digital de terreno (MDT) con una resolución espacial de 30 m y el análisis geográfico convencional de drenaje (ajuste manual), basado en la cartografía oficial a escala 1:100.000, para toda la superficie de 81.255,8 km² donde se delimitaron 3.637 polígonos UHA, cuyos tamaños varían entre 9 y 70 km², aproximadamente.

Mapa 2. Unidades hidrográficas de análisis

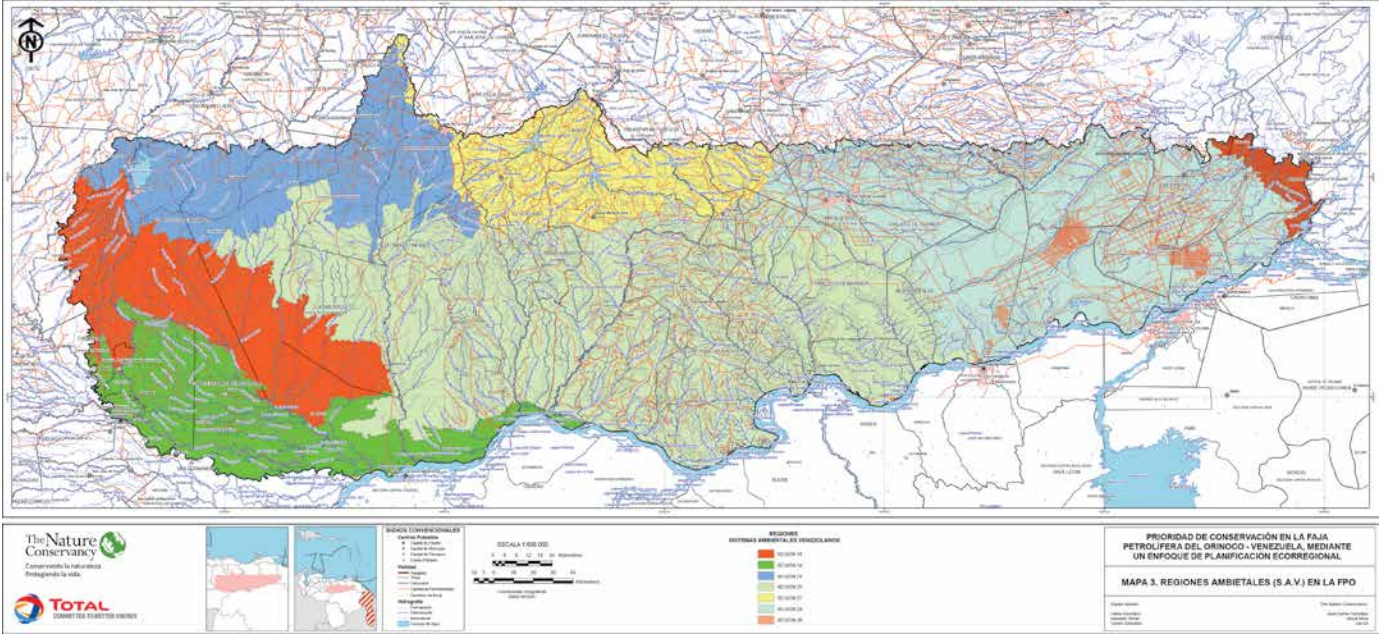


2.1 Definición del área inundable del río (AI)

Las áreas inundables son zonas de superficie adyacentes a ríos o quebradas, sujetas a inundaciones de variabilidad temporal. El AI es fundamental para determinar las zonas de inundación que permiten la conectividad lateral de los ríos, especialmente en las zonas bajas de los llanos centrales y orientales.

Varios factores inciden en la generación de las áreas inundables. En el caso de la FPO, se realizó una revisión documental y al final se optó por utilizar las áreas inundables definidas en los sistemas ambientales venezolanos, proyecto realizado por el Ministerio del Ambiente de Venezuela (MARNR) hoy Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB). De este trabajo se utilizaron siete regiones naturales (ver mapa 3).

Mapa 3. Regiones ambientales (SAV) en la FPO



2.2 Índice de condición ecológica

Para el análisis de la condición ecológica (ICE), se adaptó el índice aplicado en el portafolio del ejercicio realizado en la demarcación hídrica de NAPO en Ecuador (TNC, 2013), considerando evaluar dos variables, las cuales se describen a continuación.

- 1. Porcentaje cubierto por vegetación natural en la unidad hidrográfica de análisis UHA. La fórmula empleada fue:

Porcentaje cubierto por vegetación natural en la UHA = superficie cobertura vegetal * 100 / superficie total de la UHA.

- 2. Porcentaje cubierto por vegetación natural en área inundable (AI) en la UHA, que es la cobertura vegetal dentro el área inundable del río. En esta variable se eliminan del AI los cuerpos de agua y otras coberturas que no implican intervención. La fórmula empleada fue:

Porcentaje cubierto por vegetación natural en área inundable (AI) dentro de la UHA = superficie cobertura vegetal en el AI * 100 / superficie total del AI.

Posteriormente se procedió a asignar las ponderaciones consideradas en el Proyecto FPO (tabla 1), donde se establece lo siguiente:

Tabla 1. Ponderación de las variables en el índice de condición ecológica

Variables	Ponderación
Porcentaje cubierto por vegetación natural en el sistema	0,4
Porcentaje cubierto por vegetación natural en área inundable (AI) del río, dentro del sistema	0,6
Sumatoria	1

Con estos valores se elaboró posteriormente el ICE, empleando la siguiente fórmula:

Índice de condición ecológica (ICE) = (Porcentaje cubierto por vegetación natural en el sistema*0,4) + (Porcentaje cubierto por vegetación natural en el área inundable del río (AI) dentro del sistema *0,6).

Una vez procesados los datos y generados los resultados se establecieron los rangos para la condición ecológica indicados en la **tabla 2**:

Tabla 2. Rangos para la condición ecológica

Condición ecológica (categoría nominal)	Rango porcentaje En el índice
Muy baja	0 - 12
Baja	12,1 - 30
Media	30,1 - 56,5
Alta	56,6 - 87
Muy alta	87,1 - 100

2.3 Índice de condición ecológica priorizado

Para el análisis de la condición ecológica priorizada (ICE_PRIOR) se adaptó el índice de condición ecológica (ICE) y se le anexó una nueva variable, llamada índice de importancia, descrita a continuación:

Mediante la especialización de los hábitats potenciales de los objetos de conservación (OdC) seleccionados por especialistas durante diferentes consultas, se procedió a la suma simple de coberturas en formato raster (GRID), con la utilización del álgebra de mapas. Ello generó una cobertura síntesis de áreas prioritarias con valores entre 0 y 20. Luego se seleccionaron aquellas áreas con un índice de importancia mayor a 9 como áreas de interés para la biodiversidad, representativas de los hábitats potenciales según OdC de grano fino y grueso.

En la **tabla 3** se indican los OdC seleccionados con su respectiva valoración.

Tabla 3. Objetos de conservación según su valoración

Objetos de Conservación		
Grano Fino		Grano Grueso
Aves	Mamíferos	Sabanas distróficas
Playeritos del Orinoco	Tonina	Playas del río Orinoco
Pajaro Arrocero	Perro de agua	Palmares de Pantano
Psitácidos	Murciélago	Coerpos de agua asociados al rebalse
Corocoras	Manatí	del río Orinoco
Peces	Reptiles	Bosques ribereños
Peces de Morichales	Terecay	Bosques y matorrales del río Orinoco
Valoración ecológica de la	Tortuga Arrau	Bosque deciduo
Ictiofauna por cuencas	Caimán del Orinoco	

Con esta nueva variable se asignaron las ponderaciones establecidas en la **tabla 4**:

Tabla 4. Ponderación de las variables en el índice de condición ecológica priorizado

Variables	Ponderacion
Porcentaje cubierto por vegetación natural en el sistema	0,2
Porcentaje cubierto por vegetación natural en área inundable (AI) del río, dentro del sistema	0,3
Índice de importancia (> 9)	0,5
Sumatoria	1

A partir de tales valores se elaboró posteriormente el índice de condición ecológica (ICE_PRIOR), empleando la siguiente fórmula:

Índice de condición ecológica priorizado (ICE_PRIOR) = (Porcentaje cubierto por vegetación natural en el sistema*0,2) + (Porcentaje cubierto por vegetación natural en el área inundable del río (AI) dentro del sistema*0,3)+(Índice de Importancia*0,5)

Una vez procesados los datos y generados los resultados se establecieron los rangos para la condición ecológica priorizada indicados en la **tabla 4**:

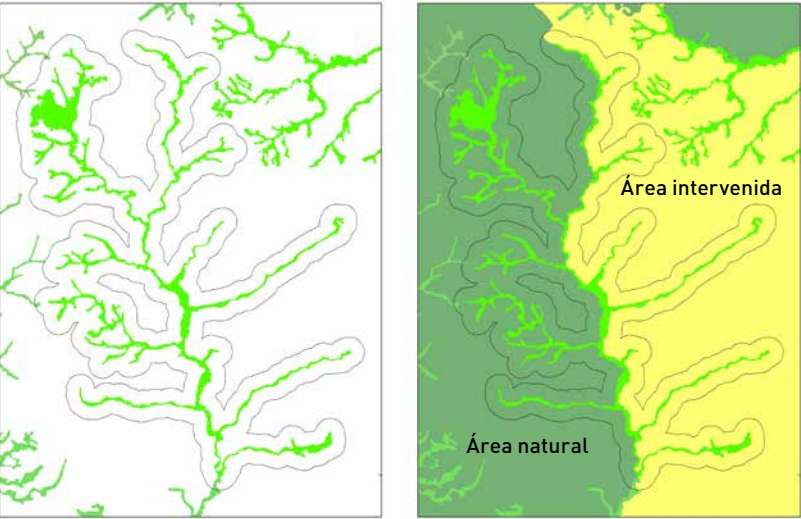
Tabla 5. Rangos obtenidos para la condición ecológica priorizada

Condición ecológica (categoría nominal)	Rango porcentaje En el índice
Muy baja	0 - 6
Baja	6,1 -15,5
Media	15,6 - 35
Alta	35,1 - 71
Muy alta	71,1 - 100

2.4 Análisis de contexto

Unos de los requerimientos de información de este proyecto fue la evaluación de los ecosistemas terrestres y acuáticos en la FPO. Para ello se hizo un análisis de contexto de cada uno de los ecosistemas presentes. En función de la teoría y enfoque de sistemas (Bertalanffy, 1968), se considera que cada ecosistema funciona como un sistema abierto, perteneciendo o estando insertos en un sistema mayor, a cuyo contexto espacial o geográfico está en definitiva referido. Bajo tal premisa, el análisis de contexto permite estimar el grado de amenaza que pueda afectar a cada ecosistema. Dicha amenaza está expresada por el porcentaje de área intervenida que posee dicho contexto; cuanto mayor sea dicho porcentaje, mayor es la amenaza externa capaz de afectar negativamente a cada ecosistema o unidad de conservación. A modo de ejemplo ver **figura 2**.

Figura 2. Análisis espacial de contexto



Polígono Unidad de Conservación (UC) Buffer del UC, 250 m de radio

Sup. Contexto= S_AN + S_AI
S_AN= Sup. Área Natural
S_AI= Sup. Área Intervenida
% AN + % AI

Para efectos operacionales, se procedió a realizar el análisis espacial de todas las unidades de conservación, por medio de comandos y procedimientos de los sistemas de información geo-gráfica, para lo cual se establecieron las siguientes acciones:

1. Se seleccionaron las unidades de conservación del mapa de ecosistemas y usos de la tie-rra, totalizando 12 tipos de ecosistemas (ver **tabla 7**) y 7.037 unidades de conservación.
2. A partir del mismo mapa de vegetación y usos de la tierra se creó una capa de áreas intervenidas.
3. Se creó una área buffer (área de influencia) a cada unidad de conservación, se estableció con un radio externo de 250 metros y crear una capa buffer.
4. Se procedió a aplicar la sobreposición de capas (extract) entre la capa de área intervenida y la capa buffer y así obtener el dato de superficie de área intervenida que interceptó el área buffer.
5. Posteriormente se calculó el porcentaje del área intervenida en función de la superficie to-tal del área buffer.

Tabla 6. Ecosistemas naturales

Bosques deciduos o caducifolios
Bosques ribereños siempreverdes bien drenados
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables del río Orinoco
Cuerpos de agua periódicamente inundables del río Orinoco
Herbazales gramínoídes de pantano
Matorrales semisiempreverdes con presencia de Cactaceae arborecentes
Matorrales siempreverdes periódicamente inundables por desborde del río Orinoco
Palmares de pantano con Mauritia flexuosa en valles coluvio aluviales
Pastizales naturales eutróficos periódicamente inundables
Sabanas distróficas bien drenadas
Sabanas distróficas periódicamente inundables

2.5 Grado de amenaza de las UHA

En la evaluación de las amenazas se consideraron 25 variables, tomando en cuenta las par-ticularidades de la región de la FPO. A continuación se nombran y describen las utilizadas en este estudio:

1. Amenaza por agricultura de alta intensidad (P_AGA). Es el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas permanentes o intensivos en la UHA.

Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en la UHA =
superficie de agricultura de alta intensidad * 100 / superficie total de la UHA.

2. Amenaza por agricultura de alta intensidad en el área inundable del río (AI) (P_AGA_AI).
Es la cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas permanentes en el área inundable del río dentro de la unidad.

Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el área inundable
del río (AI) dentro de la UHA = superficie de agricultura de alta intensidad en el
AI * 100 / superficie total del AI.

3. Amenaza por agricultura de baja intensidad o extensivas (P_AGB). Refiere a la cobertura de suelo utilizado por pastizales y mosaicos agropecuarios en la UHA.

Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en la UHA = superficie
de agricultura de baja intensidad * 100 / superficie total de la UHA.

4. Amenaza por agricultura de baja intensidad o extensiva en el área inundable del río (AI) (P_AGB_AI). Esta dada por el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por pastizales y mosai-cos agropecuarios en el área inundable del río dentro de la UHA.

Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el área inundable
del río (AI) dentro de la UHA = superficie de agricultura de baja intensidad en el
AI * 100 / superficie total del AI.

5. Amenaza por ganadería intensiva (P_GNI). Constituye el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos (pastos introducidos) en la UHA.

Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en la UHA=
superficie de ganadería intensiva * 100 / superficie total de la UHA.

6. Amenaza por ganadería intensiva en el área inundable del río (AI) (P_GNI_AI). Es el suelo utilizado por ganadería intensiva en el área inundable del río dentro de la UHA.

Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el área inundable del río (AI)
dentro de la UHA = superficie de ganadería intensiva en el AI * 100 / superficie
total del AI.

7. Amenaza por ganadería extensiva (P_GNE). Porcentaje de cobertura de suelo de sabanas con presencia de ganadería extensiva.

Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en la UHA = superficie de
ganadería intensiva * 100 / superficie total de la UHA.

8. Amenaza por ganadería extensiva en el área inundable del río (AI) (P_GNE_AI). Porción de suelo utilizado por ganadería extensiva en el área inundable del río dentro de la UHA.

Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el área inundable del río (AI)
dentro de la UHA = superficie de ganadería extensiva en el AI * 100 / superficie
total del AI.

9. Amenaza por plantaciones forestales (P_FOR). Parte del suelo utilizado por plantaciones forestales principalmente de «pino caribe» en la unidad.

Porcentaje ocupado por forestal en el sistema = superficie forestal * 100 /
superficie total de la UHA.

10. Amenaza por plantaciones forestales en el área inundable del río (AI) (P_FOR_AI). Frac-ción de suelo utilizado por pastizales y mosaicos agropecuarios en el área inundable dentro de la UHA.

Porcentaje ocupado forestal en el área inundable del río (AI) dentro
de la UHA = superficie forestal en el AI * 100 / superficie total del AI.

11. Amenaza por represamientos (P_PRESA). Conformada por los ejes de drenaje afectados directamente por represamientos en la UHA.

Porcentaje del área de influencia aguas abajo de presas = superficie área de
influencia de presa * 100 / superficie total del UHA.

12. Amenaza por densidad de vías (VIAL_NORMA). Medida en km/km² que indica la presión ejercida por todo tipo de vía en la UHA.

$$\text{Densidad de vías} = \text{longitud de vías (km)} / \text{superficie total de la UHA (km}^2\text{)}$$

13. Amenaza por vialidad propuesta (P_VIALF). Representada como el porcentaje de áreas asociadas a las nuevas vialidades y líneas férreas futuras que indica la presión ejercida por todo tipo de vía en la unidad.

$$\text{Porcentaje de vías propuestas} = \text{superficie área de influencia de vías propuestas} * 100 / \text{superficie total del UHA.}$$

14. Amenaza por áreas urbanizadas (P_URBE). Indica el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por las áreas urbanas en la UHA.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas urbanizadas en la UHA} = \text{superficie urbanizadas} * 100 / \text{superficie total de la UHA.}$$

15. Amenaza por población total (POB_NORMA). Refiere a la población total en la unidad. El dato se obtuvo del censo 2001 del Nomenclador de Centros Poblados (INE, 2003) y posteriormente se realizó una proyección lineal para el año 2011, ajustada con los datos del censo del 2011 para los municipios localizados en la FPO.

16. Amenaza petrolera actual (P_PEA). Relaciona las áreas asociadas a la explotación petrolera actual por cada unidad.

La cobertura de amenaza petrolera actual se basa en el Mapa Gasífero, 2012, actualización 14-2-2012 del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo y el Mapa Energético de la República Bolivariana de Venezuela, 2011-2012, certificado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar; además de la interpretación visual de imágenes Spot del año 2005, de donde se digitalizaron los usos petroleros como tuberías, macollas, pozos, patios y otras instalaciones petroleras.

El esfuerzo de interpretación se concentró en los bloques petroleros donde existe actividad según el Informe de Gestión Anual, PDVSA, 2012. Posteriormente, según consulta a especialista, se definió un área de influencia de 5 km para cada estructura, generando de esta manera la cobertura de amenaza petrolera actual.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas la amenaza petrolera actual en la UHA} = \text{Amenaza petrolera actual} * 100 / \text{superficie total de la UHA.}$$

17. Amenaza petrolera actual en el AI (P_PEA_AI). Porcentaje de áreas asociadas a la explotación petrolera actual en el área inundable dentro de la UHA.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas de amenaza petrolera actual en el área inundable (AI) dentro de la UHA} = \text{Amenaza petrolera actual en el AI} * 100 / \text{superficie total de AI.}$$

18. Amenaza petrolera futura (P_PEA). Porcentaje de áreas asociadas a la explotación petrolera futura.

La cobertura de amenaza petrolera futura se basa en el Mapa Gasífero, 2012, actualización 14-2-2012 del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo y en el Mapa Energético de la República Bolivariana de Venezuela, 2011-2012, certificado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.

Posteriormente, según consulta a especialista, se definió un área de influencia de 5 km a cada estructura, y para los mejoradores y las refinerías se definió un área de influencia de 10 km, generando de esta manera la cobertura de amenaza petrolera futura.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas la amenaza petrolera futura en la UHA} = \text{Amenaza petrolera futura} * 100 / \text{superficie total de UHA.}$$

19. Amenaza petrolera futura en el AI (P_PEA_AI). Áreas asociadas a la explotación petrolera futura en el área inundable dentro de la UHA.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas la amenaza petrolera futura en el área inundable (AI) dentro de la UHA} = \text{Amenaza petrolera futura en el AI} * 100 / \text{superficie total de AI.}$$

20. Amenaza por tendidos eléctricos actuales (P_ELA). Representada por las áreas asociadas a la infraestructura eléctrica presentes o actuales en la UHA.

La cobertura de amenaza eléctrica se basa en el Mapa Energético de la República Bolivariana de Venezuela, 2011-2012, certificado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. Esta información se digitalizó y mediante consulta a especialistas se le asignó un área de influencia de 500 m a cada lado, generando de esta manera la cobertura de amenaza eléctrica presente y futura.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas amenazadas por tendido eléctrico actual en la UHA} = \text{Amenaza por tendido eléctrico actual} * 100 / \text{superficie total de la UHA.}$$

21. Amenaza por tendido eléctrico actual en el AI (P_ELA_AI). Son las áreas asociadas a la infraestructura eléctricas presentes o actual en la AI.

$$\text{Porcentaje ocupado por áreas amenazadas por tendido eléctrico actual en el área inundable (AI) dentro de la UHA} = \text{Amenaza por tendido eléctrico actual} * 100 / \text{superficie total de la AI.}$$

22. Amenaza por tendidos eléctricos futuros (P_ETF). Representado como el porcentaje de áreas asociadas a la infraestructura eléctrica proyectados o futuros en la UHA.

$$\text{Porcentaje ocupado por tendidos eléctricos futuros} = \text{Amenaza por tendido eléctrico futuro} * 100 / \text{superficie total de la UHA.}$$

23. Amenaza por tendido eléctrico futuro en el AI (P_ETF_AI). Representa el porcentaje de áreas asociadas a la infraestructura eléctrica proyectados o futuros en la AI.

$$\text{Porcentaje ocupado por eléctricos futuros en el área inundable (AI) dentro de la UHA} = \text{Amenaza por tendido eléctrico futuro} * 100 / \text{superficie total de la AI.}$$

24. Amenaza por cambio climático, ponderación 2, (P_CC_2). Son áreas con pérdidas de biodiversidad mayores a 22% y ganancias mayores de 9%, para un escenario de cambio a 50 años.

$$\text{Porcentaje ocupado por cambio climático 2 en el sistema} = \text{superficie CC}_2 * 100 / \text{superficie total de la UHA.}$$

25. Amenaza por cambio climático, ponderación 3, (P_CC_3). Áreas con pérdidas de biodiversidad no mayores de 21% y ganancias de hasta 8%, para un escenario de cambio a 50 años.

$$\text{Porcentaje ocupado por cambio climático 3 en el sistema} = \text{superficie CC}_3 * 100 / \text{superficie total de la UHA.}$$

Las amenazas por cambio climático se basan en una reclasificación de cobertura en formato Grid que representa las áreas con porcentajes de pérdida o ganancia de la biodiversidad para un escenario de cambio climático de 50 años. Esta Información se genera a partir de los siguientes datos:

Future Absolute Species Richness, Ensemble of 24 GCMs by 2050 (2040-2069) (A1B) and Realistic Migration. The 2.5 arc-minute (aggregated) GCM data were used to calculate the same 14 bioclimatic indices as for WorldClim. Individual GCM variables were averaged to finally obtain two GCM future climate ensembles: (1) 2050-A1B (24 GCMs by 2050 (2040-2069)), and (2) 2050-A2 (19 GCMs by 2050 (2040-2069)). Over these, the Maxent models were projected. Training of a Maxent model results in something called “lambda file” containing all the pertinent information regarding a model. This information can be used to calculate the probability of presence over the same set of environmental predictors at any period of time and in any place. We projected the trained Maxent models onto three climate scenarios: Present-day climates, A2-2050 GCM ensemble and A1B-2050 GCM ensemble. The procedure yielded geographically distributed probabilities of presence for each of the 22,670 plant taxa for which Maxent models existed over the Latin America domain. Null migration: the species cannot move to any new habitat, meaning that future ranges are those of present-day which are not lost in the future scenario. Realistic migration: the species can move to new habitats (new areas predicted in the future) that are only within the closest non-occupied 8,000 km in any direction to each occupied pixel. This was done to reflect a rate of 100 m/year between 1975 (centre of present day) and 2055 (centre of 2050s), as reported in the literature (Clark et al. 1998, Thuiller et al. 2008). Optimistic migration: the species can move to new habitats that are only within the non-occupied habitats within a range of 40,000 km in any direction to each occupied pixel. This reflects a rate of 500 m/year between 1975 and 2055 (Clark et al. 1998, Thuiller et al. 2008). Unlimited migration: the species can move to new habitats (as predicted) within any distance. This was done to reflect a best-case scenario in which species niches shift in space (Thomas et al., 2004).

Las 25 variables utilizadas fueron en todos los casos (excepto los porcentajes calculados directamente) normalizadas siguiendo la misma fórmula usada previamente con la condición ecológica, es decir, trasformando los valores en rangos de 0 al 100, tomando en cuenta el valor máximo de la variable. Esto permitió transformar todos los valores obtenidos a una misma magnitud dimensional, de valores escalados y comparables entre sí.

Para establecer el índice de amenazas, estas se dividieron en dos amenazas: actual y total; esta última involucra la amenaza actual y se le suma la estimación de las amenazas futuras de proyectos de infraestructura energética, vialidad y la estimación del impacto del cambio climático para cincuenta años.

Para la amenaza actual se seleccionaron 18 variables y se ponderó la importancia de cada una, la cual fue discutida en los talleres de expertos (ver tabla 7).

Tabla 7. Ponderación de la amenaza actual

Ponderación de las amenazas existentes			
ID	Variable	Valoración	Ponderacion
1	Porcentaje ocupado por Agricultura de alta intensidad en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (maíz, sorgo, arroz) en la UHA.	5	0,070423
2	Porcentaje ocupado por Agricultura de alta intensidad en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (maíz, sorgo, arroz) en el AI de la UHA.	5	0,070423
3	Porcentaje ocupado por Agricultura de baja intensidad en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (conucos, subsistencia) en la UHA.	3	0,042254
4	Porcentaje ocupado por Agricultura de baja intensidad en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (conucos, subsistencia) en el AI de la UHA.	3	0,042254
5	Porcentaje ocupado por Ganadería intensiva en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos (pastos introducidos) en la UHA.	3	0,042254
6	Porcentaje ocupado por Ganadería intensiva en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (pastos introducidos) en el AI de la UHA.	3	0,042254
7	Porcentaje ocupado por Ganadería extensiva en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de sabanas con presencia de ganadería extensiva en la UHA.	2	0,028169
8	Porcentaje ocupado por Ganadería extensiva en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de sabanas con presencia de ganadería extensiva en el AI de la UHA.	2	0,028169
9	Porcentaje ocupado por Plantaciones Forestales en el sistema: es el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por Plantaciones forestales de <i>Pinus caribaea</i> var. hondurensis en la UHA.	4	0,056338
10	Porcentaje ocupado por Plantaciones Forestales en el área activa del río o AI dentro del sistema: es el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por Plantaciones forestales de <i>Pinus caribaea</i> var. hondurensis en el área activa del río dentro de la UHA.	4	0,056338
11	Índice de Presas: constituye los ejes de drenaje afectados directamente por represamientos en la UHA.	5	0,070423
12	Densidad vial en el sistema: medida en km/km², indica la presión ejercida por la vialidad (autopistas, carreteras pavimentadas, engrazonadas, etc.) en la UHA.	4	0,056338
13	Porcentaje ocupado por áreas urbanizadas en el sistema: indica el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por las áreas urbanas en la UHA.	5	0,070423
14	Población urbana en el sistema: indica la población urbana en la UHA. Dato estimado a partir del Nomenclador de centros poblados 2000, proyectados con datos del INE Censo 2011.	5	0,070423
15	Índice petrolero actual: representado como el porcentaje de áreas asociadas a la industria petrolera presente en la UHA.	5	0,070423
16	Índice petrolero actual en el AI: representado como el porcentaje de áreas asociadas a la industria petrolera presente en el AI de la UHA.	5	0,070423
17	Índice tendidos eléctricos actuales: representado como el porcentaje de áreas asociadas a los tendidos eléctricos presentes o futuros en la UHA.	4	0,056338
18	Índice tendidos eléctricos actuales en el AI: representado como el porcentaje de áreas asociadas a los tendidos eléctricos presentes o futuros en el AI de la UHA.	4	0,056338
Total		71	1,000000

Con estas ponderaciones se elaboró el índice de amenazas que puede resumirse en la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de amenaza actual} = (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema} * 0,070423) + (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el AI} * 0,070423) + (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema} * 0,042254) + (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el AI} * 0,042254) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el sistema} * 0,042254) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el AI} * 0,042254) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el sistema} * 0,028169) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el AI} * 0,028169) + (\text{Porcentaje ocupado por plantaciones forestales en el sistema} * 0,056338) + (\text{Porcentaje ocupado por plantaciones forestales en el área activa del río o AI dentro del sistema} * 0,056338) + (\text{Índice de presas} * 0,070423) + (\text{Densidad vial en el sistema} * 0,056338) + (\text{Porcentaje ocupado por áreas urbanizadas en el sistema} * 0,070423) + (\text{Población urbana en el sistema} * 0,070423) + (\text{Índice petrolero actual} * 0,070423) + (\text{Índice petrolero actual en el AI} * 0,070423) + (\text{Índice tendidos eléctricos actuales} * 0,056338) + (\text{Índice tendidos eléctricos actuales en el AI} * 0,056338) .$$

Para el caso de la amenaza total se seleccionaron 25 variables, cuya importancia fue posteriormente ponderada y discutida en los talleres de expertos. Se estableció una valoración relativa para definir la importancia de cada una de las variables. Con esta valoración se aplicó la metodología de jerarquías analíticas desarrollado por Sattyta, que permite obtener los valores de la ponderación de manera que estos representen la jerarquía definida en la discusión. Las ponderaciones asignadas se resumen en la **tabla 8**.

Tabla 8. Ponderación de la amenaza total

Ponderación de las amenazas existentes y futuras			
ID	Variable	Valoración	Ponderacion
1	Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (maíz, sorgo, arroz) en la UHA.	5	0,051020
2	Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (maíz, sorgo, arroz) en el AI de la UHA.	5	0,051020
3	Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (conucos, subsistencia) en la UHA.	3	0,030612
4	Porcentaje ocupado por gricultura de baja intensidad en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (conucos, cubsistencia) en el AI de la UHA.	3	0,030612
5	Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos (pastos introducidos) en la UHA.	3	0,030612
6	Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por cultivos agrícolas (pastos introducidos) en el AI de la UHA.	3	0,030612
7	Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el sistema: representa el porcentaje de cobertura de sabanas con presencia de ganadería extensiva en la UHA.	2	0,020408
8	Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el AI: porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema. Representa el porcentaje de cobertura de sabanas con presencia de ganadería extensiva en el AI de la UHA.	2	0,020408

9	Porcentaje ocupado por plantaciones forestales en el sistema: es el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por plantaciones forestales de <i>Pinus caribaea</i> var. hondurensis en la unidad.	4	0,040816
10	Porcentaje ocupado por plantaciones forestales en el área activa del río o AI dentro del sistema: es el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por plantaciones forestales de <i>Pinus caribaea</i> var. hondurensis en el área activa del río dentro de la unidad	4	0,040816
11	Índice de presas: constituye los ejes de drenaje afectados directamente por represamientos en la UHA.	5	0,051020
12	Densidad vial en el sistema: medida en km/km², indica la presión ejercida por la vialidad (autopistas, carreteras pavimentadas, engrazonadas, etc.) en la UHA.	4	0,040816
13	Vialidad propuesta: representado como el porcentaje de áreas asociadas a las nuevas vialidades y líneas férreas futuras en la UHA.	4	0,040816
14	Porcentaje ocupado por áreas urbanizadas en el sistema: indica el porcentaje de cobertura de suelo utilizado por las áreas urbanas en la UHA.	5	0,102041
15	Población urbana en el sistema: indica la población urbana en la UHA. Dato estimado a partir del nomenclador de centros poblados 2000, proyectados con datos del INE censo 2011.	5	0,051020
16	Índice petrolero actual: representado como el porcentaje de áreas asociadas a la industria petrolera presente en la UHA.	5	0,051020
17	Índice petrolero actual en el AI: representado como el porcentaje de áreas asociadas a la industria petrolera presente en el AI de la UHA.	5	0,051020
18	Índice petrolero futuro: representado como el porcentaje de áreas asociadas a la industria petrolera futura en la UHA.	5	0,051020
19	Índice petrolero futuro en el AI: representado como el porcentaje de áreas asociadas a la industria petrolera futura en el AI de la UHA.	5	0,051020
20	Índice tendidos eléctricos actuales: representado como el porcentaje de áreas asociadas a los tendidos eléctricos presentes o futuros en la UHA.	4	0,040816
21	Índice tendidos eléctricos actuales en el AI: representado como el porcentaje de áreas asociadas a los tendidos eléctricos presentes o futuros en el AI de la UHA.	4	0,040816
22	Índice tendidos eléctricos futuros: representado como el porcentaje de áreas asociadas a los tendidos eléctricos presentes o futuros en la UHA.	4	0,040816
23	Índice tendidos eléctricos futuros en el AI: representado como el porcentaje de áreas asociadas a los tendidos eléctricos presentes o futuros en el AI de la UHA.	4	0,040816
24	Áreas con pérdidas mayores de 22% y ganancias mayores de 9% de la biodiversidad, para un escenario de cambio a 50 años. Assessing the impacts of climate change on Latin American plant biodiversity. Andy Jarvis, Julian Ramirez-Villegas, Johannes Signer. 2011	2	0,020408
25	Áreas con pérdidas no mayores de 21% y ganancias de hasta 8% de la biodiversidad, para un escenario de cambio a 50 años. Assessing the impacts of climate change on Latin American plant biodiversity. Andy Jarvis, Julian Ramirez-Villegas, Johannes Signer. 2011	3	0,030612
Total		98	1,000000

Con estas ponderaciones se elaboró el índice de amenazas que puede resumirse en la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de amenaza total} = [\text{Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el sistema} * 0,051020] + (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de alta intensidad en el AI} * 0,051020) + (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el sistema} * 0,030612) + (\text{Porcentaje ocupado por agricultura de baja intensidad en el AI} * 0,030612) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el sistema} * 0,030612) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería intensiva en el AI} * 0,030612) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el sistema} * 0,020408) + (\text{Porcentaje ocupado por ganadería extensiva en el AI} * 0,020408) + (\text{Porcentaje ocupado por plantaciones forestales en el sistema} * 0,040816) + (\text{Porcentaje ocupado por plantaciones forestales en el área activa del río o AI dentro del Sistema} * 0,040816) + (\text{Índice de Presas} *$$

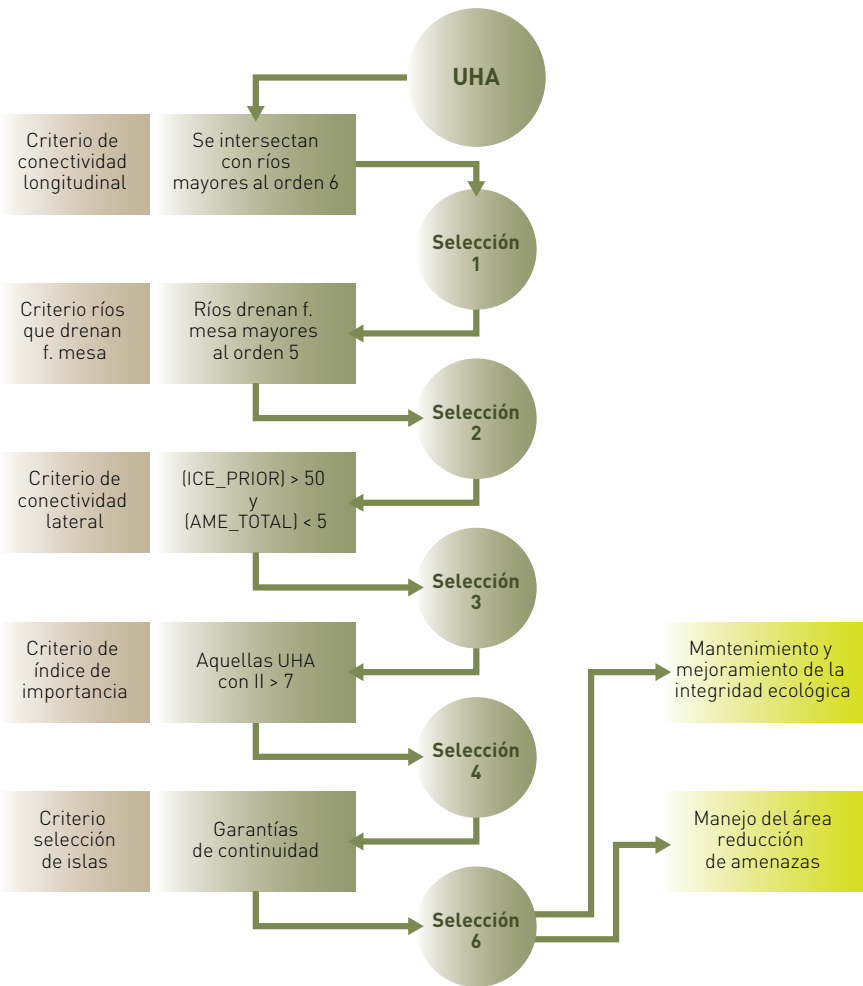
0,051020) + (Densidad vial en el sistema * 0,040816) + (Porcentaje ocupado por áreas urbanizadas en el sistema * 0,040816) + (Población urbana en el sistema * 0,051020) + (Índice petrolero actual * 0,051020) + (Índice petrolero actual en el AI * 0,051020) + (Índice tendidos eléctricos actuales * 0,051020) + (Índice tendidos eléctricos actuales en el AI * 0,051020) + (Índice petrolero futuro en el AI * 0,051020) + (Índice tendidos eléctricos actuales * 0,040816) + (Índice tendidos eléctricos actuales en el AI * 0,040816) + (Índice tendidos eléctricos futuros * 0,040816) + (Índice tendidos eléctricos futuros en el AI * 0,040816) + (Cambio climático, ponderación 2 * 0,020408) + (Cambio climático, ponderación 3 * 0,030612).

2.6 Selección de sitios prioritarios

La selección del portafolio de sitios prioritarios para la conservación de ecosistemas acuáticos en la FPO implicó el establecimiento de un conjunto de criterios, tales como: representatividad, conectividad, condición ecológica y eficiencia.

Para la determinación de los sitios prioritarios se consideran las amenazas, la condición ecológica, la presencia de la biodiversidad seleccionada como OdC prioritarios y las unidades hidrográficas de análisis. Posteriormente se estableció un modelo o guía lógica para la definición de las áreas prioritarias para la conservación. (Ver figura 3).

Figura 3. Guía lógica para la selección de Áreas Prioritarias para la Conservación



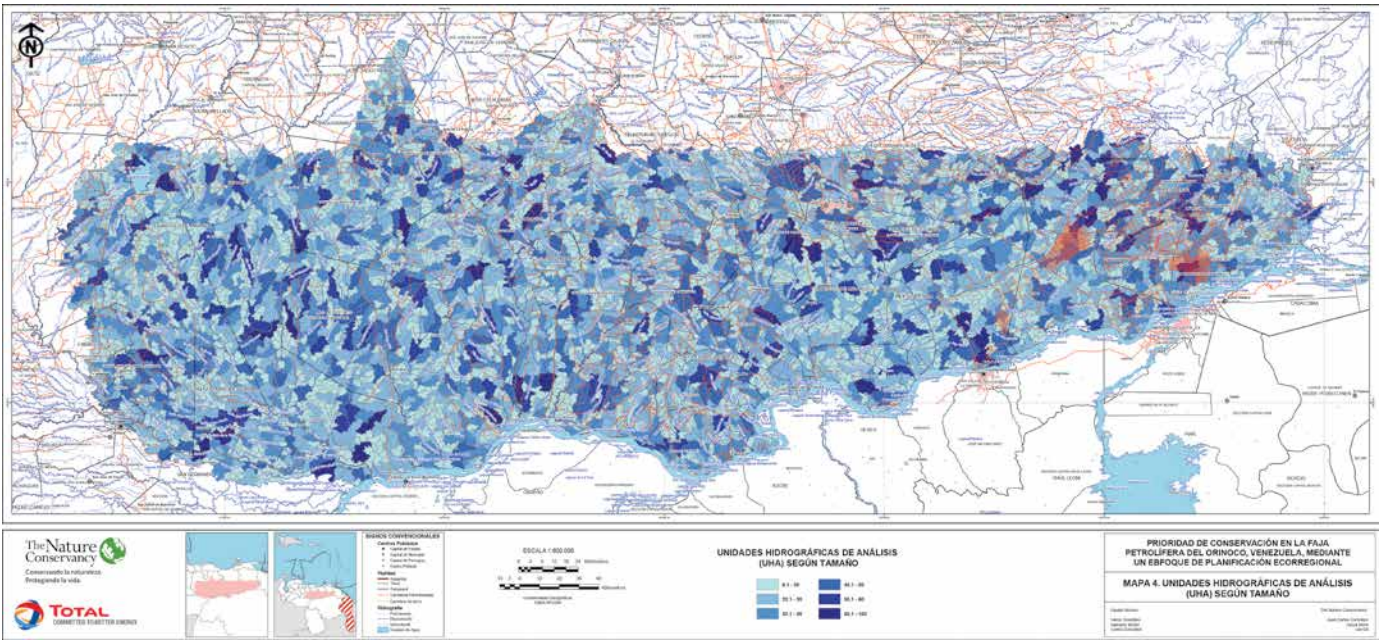
3. Resultados

3.1 Unidades hidrográficas de análisis (UHA)

Una vez clasificadas las unidades hidrográficas de análisis de acuerdo con la metodología anteriormente explicada, se delimitó un total de 3.637 UHA cuyos tamaños varían entre 9 y 70 km² (mapa 5).

La mayoría de las UHA (1.952) se encuentra en un rango de tamaño entre 9 y 20 km² y abarcan 76.855 km² que corresponden a un 53,6% de la superficie total de estudio. Una menor proporción, 915 UHA se ubican en un rango entre 20 y 30 km². Las UHA que van desde 40 hasta más de 60 km² representan el 8% del total de la superficie del área de estudio. (Ver tabla 8 y figura 5). En el mapa 5 se muestra la frecuencia de cada rango de unidades, clasificadas por su tamaño.

Mapa 4. Unidades hidrográficas de análisis (UHA) según tamaño

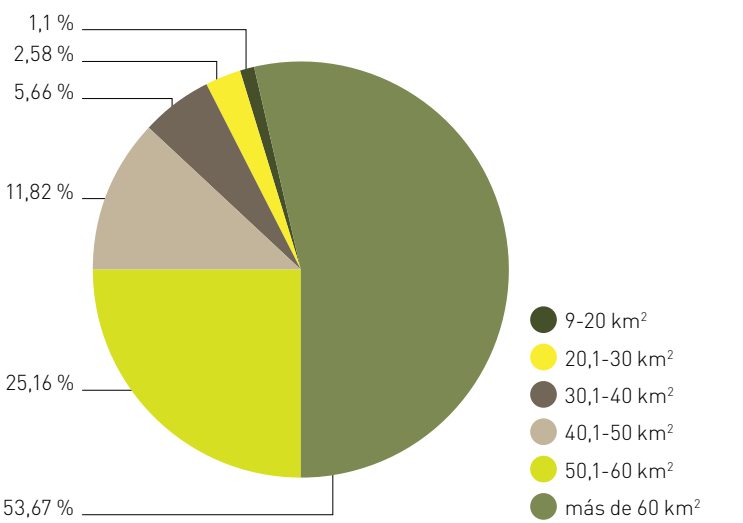


Clasificados como UHA se encuentran 5 cuerpos de agua, de los cuales dos (2) son naturales como las lagunas de Mamo y Cucurutal y otros tres (3) son embalses, siendo el de Calabozo la UHA más grande y la única con más de 70 km².

Tabla 9. Frecuencia de las UHA de acuerdo con los rangos de superficie

Rangos de superficie	UHA	Porcentaje
9 -20 km²	1952	53,67
20,1 -30 km²	915	25,16
30,1 -40 km²	430	11,82
40,1 -50 km²	206	5,66
50,1 -60 km²	94	2,58
Más de 60 km²	40	1,1
Total	3637	

Figura 5. Rangos de superficie según porcentaje ocupado en la superficie total de la FPO

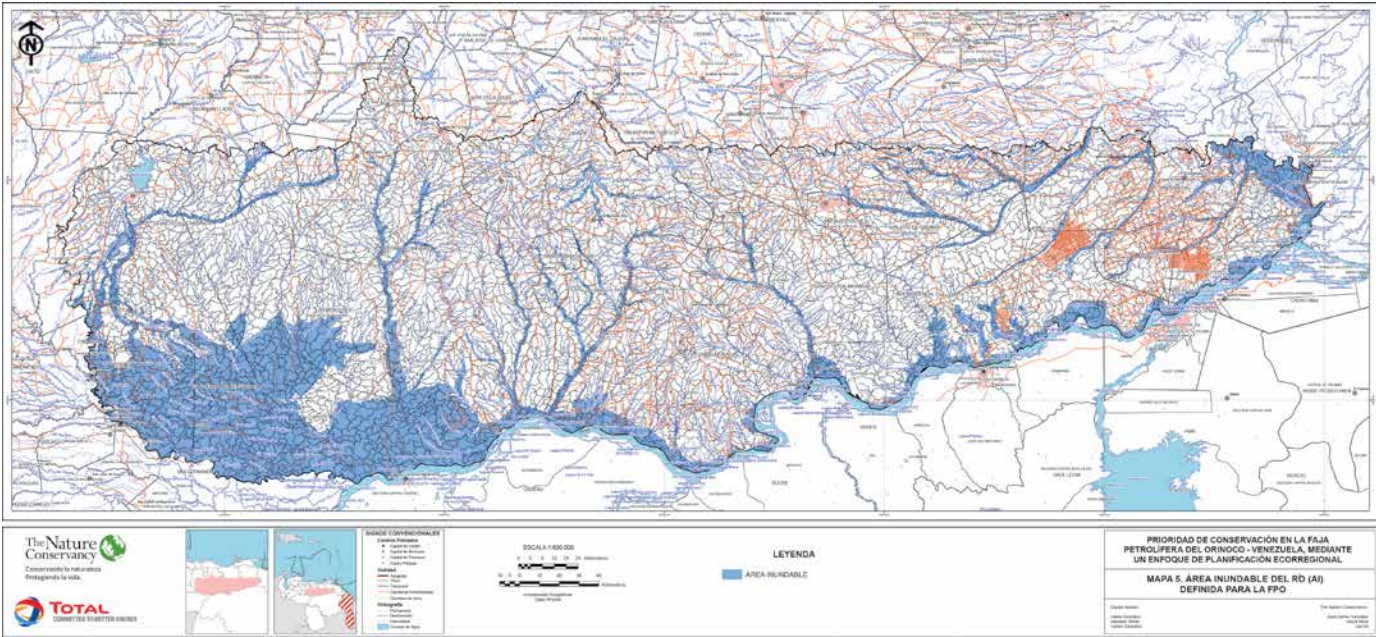


3.2 Área inundable del río (AI).

La definición del área inundable del río (AI) es un componente de importancia para el análisis de condición ecológica de las unidades. Para facilitar el análisis de condición y de amenazas se unificó en un solo grupo el AI en toda la FPO (mapa 5).

El AI evidencia la importancia de las zonas inundables del río Orinoco en la región de la FPO, para los peces y aves migratorias, sobre todo en época de sequía.

Mapa 5. Área inundable del río (AI) definida para la FPO



Las áreas inundables (AI), asociadas al río Orinoco y a los principales ríos que drenan hacia él cubren 18.440 km²; lo que representa 22,69% de la superficie de la FPO.

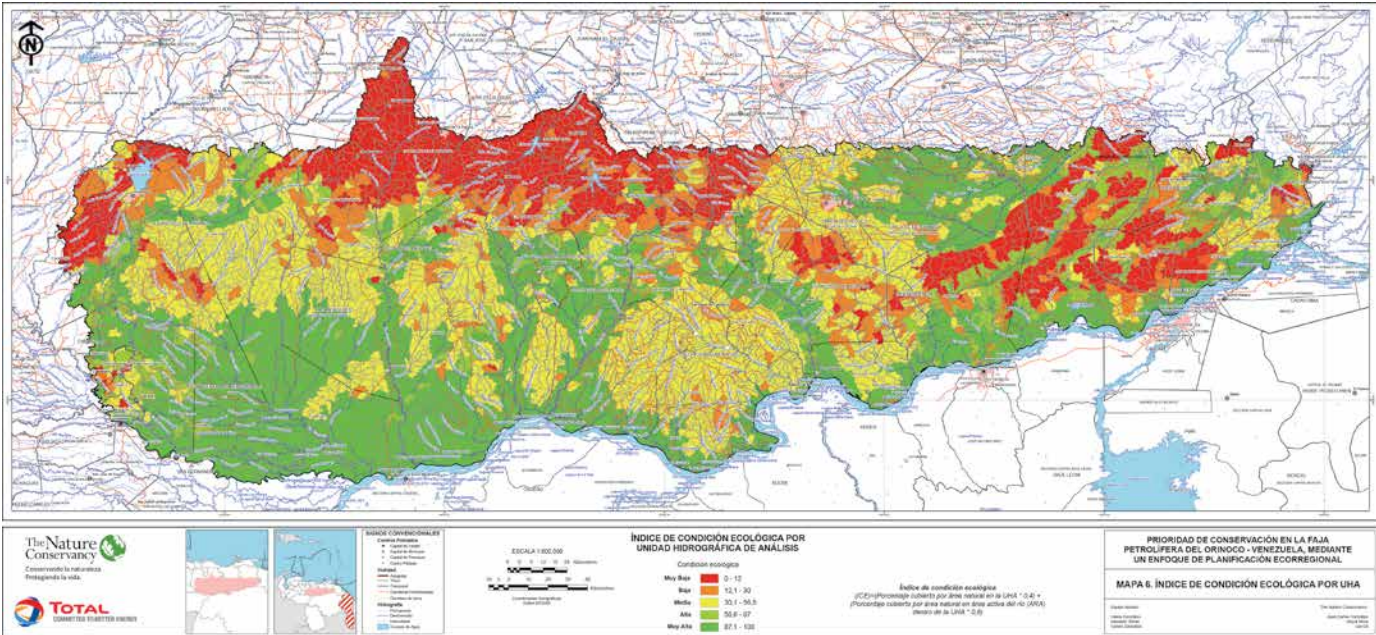
3.3 Índice de condición ecológica

Al relacionar la vegetación natural con el área de inundación, inmediatamente resaltan por su importancia con Muy buena y buena condición ecológica los planos de inundación de los ríos Orinoco y Apure, así como otros áreas inundables no menos importantes, relacionadas con los ríos Guárico y Mapire en los llanos centrales, Iguana Zuata y Pao en los llanos centro-orientales y Morichal Largo, Yabo y Tigre en los llanos orientales.

Con una regular condición ecológica aparece una porción del área de estudio, constituida por llanuras bien drenadas asociadas a ecosistemas de sabanas distróficas, donde predominan los usos de ganadería extensiva.

Ubicados al norte de la FPO se encuentran aquellas áreas con una condición ecológica Mala y Muy Mala. Estas áreas se caracterizan por la intervención de la cobertura natural debido a actividades agrícolas e industriales, además son áreas bien drenadas que no son susceptibles a inundaciones (ver mapa 6).

Mapa 6. Índice de condición ecológica por unidad hidrográfica de análisis



El resultado del análisis realizado a través del índice de condición ecológica no permitió discriminar de manera evidente las diferencias existentes entre las categorías de Muy alta y Alta Condición Ecológica, reflejando un aparente predominio de esta última. Con el propósito de afinar la delimitación de las unidades geográficas, se introdujo una nueva variable que permitió establecer diferencias en el estado de conservación de las categorías más similares, a la que se llamó índice de importancia.

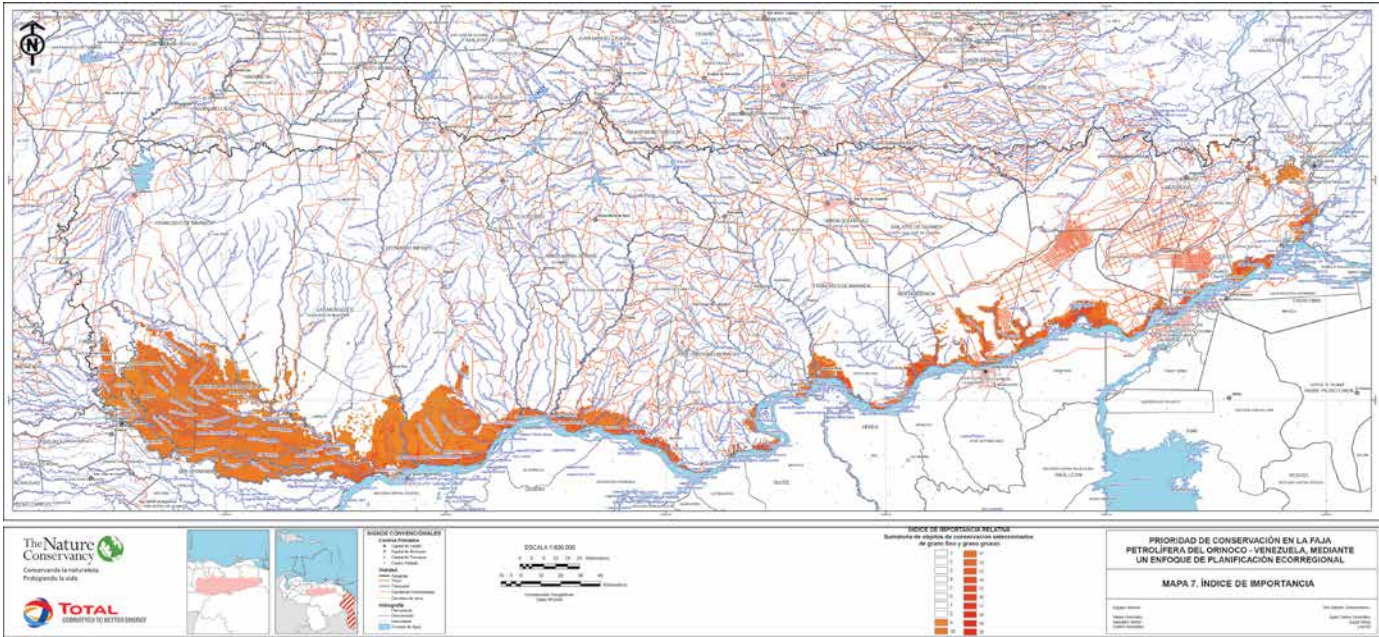
3.4 Índice de importancia

El resultado de la especialización del hábitat potencial de los OdC priorizados, seleccionados por especialistas durante diferentes consultas, generó una cobertura síntesis de áreas prioritarias con valores de 0 a 20. Luego se seleccionaron las áreas con un índice de importancia mayor a 9, como áreas de biodiversidad significativa, representativas de hábitats potenciales según OdC de grano fino y grueso priorizados.

El resultado de este análisis nos indica nuevamente la relevancia de los planos de inundación del río Orinoco y de los ecosistemas de bosques, matorrales y lagunas afectadas por la inundación del río Orinoco y Apure. Estos ecosistemas son el hábitat natural de especies de mamíferos y reptiles amenazadas. Entre los mamíferos destacan el manatí (*Trichechus manatus*) la tonina del Orinoco (*Inea geoffrensis*), el perro de agua (*Pteronura brasiliensis*); entre los reptiles, el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*), la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) y la tortuga terecay (*Podocnemis unifilis*). Todas estas especies las planicies de inundación para alimentación y reproducción durante una larga temporada del año, ya que concentran la mayor cantidad y calidad de los recursos requeridos para su subsistencia (ver mapa 7).

Cuando se relaciona la vegetación natural con la zona de inundación y la presencia de áreas consideradas importantes por ser hábitat potencial de la mayoría de especies y ecosistemas prioritarios en la FPO, se discriminan aún más las áreas con Muy buena y buena condición ecológica. De esta forma se diferencian las áreas con Muy buena condición ecológica asociadas solo a los planos de inundación del río Orinoco y el río Apure, de las áreas con Buena condición ecológica que se asocian a las áreas inundables de los ríos Guárico y Mapire, en los llanos centrales, Iguana, Zuata y Pao en los llanos centro orientales y los ríos Morichal Largo, Yabo y Tigre en los llanos orientales.

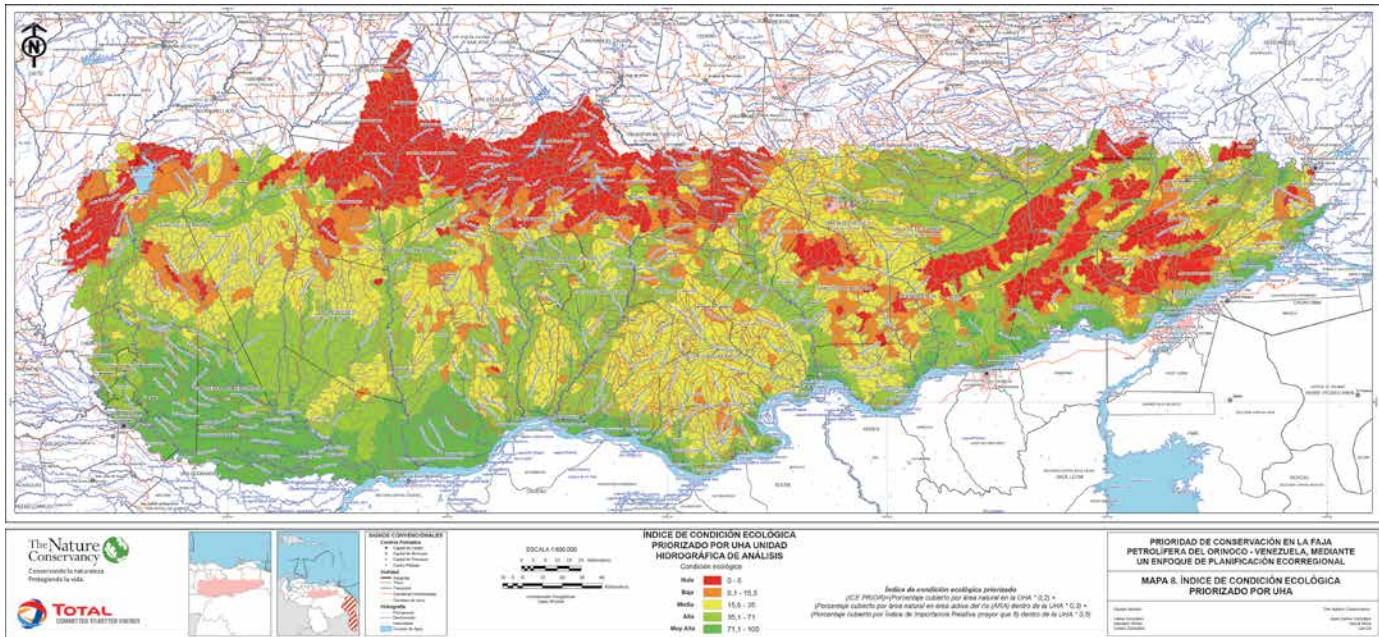
Mapa 7. Índice de importancia



La condición ecológica de las unidades es un punto crítico para la determinación del portafolio, ya que los sitios con mejor condición son los de mejor estado de conservación y, por tanto, con mayor resiliencia y diversidad de hábitats acuáticos, alimento y refugio para las especies asociadas. Una mejor condición ecológica representa también una mejor regulación del régimen hidrológico y el mantenimiento de una buena calidad del agua.

De las 3.637 UHA, 425 presentan Muy buena condición ecológica y 1.052 Buena condición; significando un 40,5% del total de las UHA. Esto representa una gran oportunidad para la conservación ya que los costos de intervención serán menores en estas zonas (ver mapa 8).

Mapa 8. Índice de condición ecológica priorizado por unidad hidrográfica de análisis



3.5 Análisis de contexto

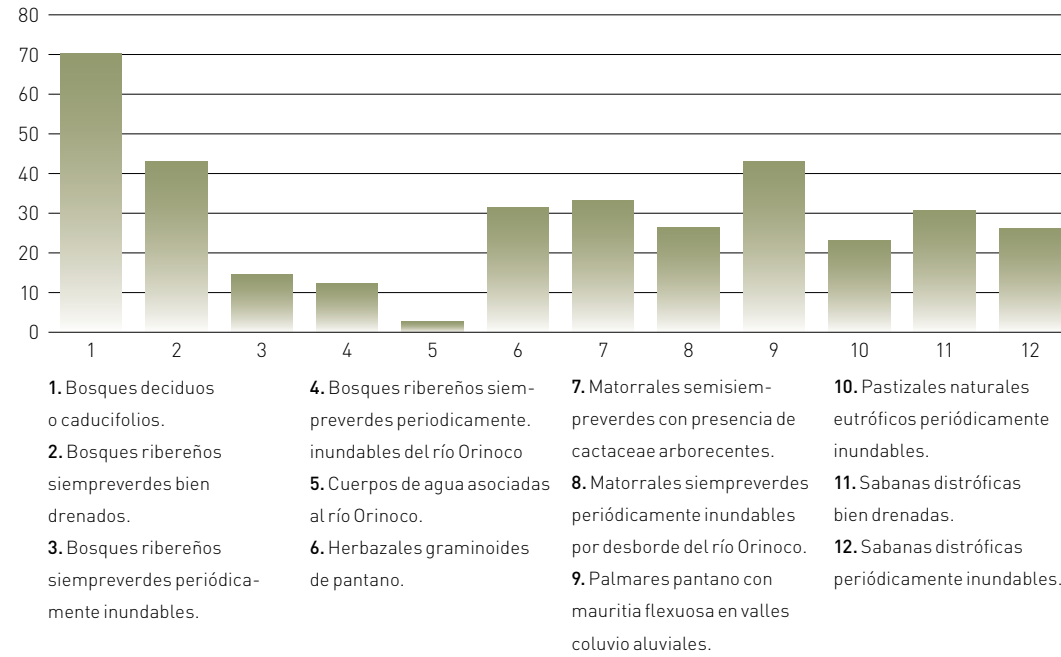
Del análisis de contexto se desprenden los siguientes resultados: los 7.036 polígonos de conservación cubren unos 58.568 km², 72% del área total de la FP0. La superficie del buffer suma 31.954 km², de los cuales, en términos generales, el 33,4% se considera áreas intervenidas y el resto naturales. Los bosques deciduos son los más afectados o amenazados, ya que el 70,22% de su área de contexto está intervenido, seguido por los bosques ribereños siempreverdes y los palmares de pantano, con 43% de intervención.

Las sabanas distróficas bien drenadas y los herbazales gramínoide de pantano reflejan un 31% de intervención, mientras que el matorral semisempreverde con presencia de cactáceas arborescentes tiene un 33%. Las áreas menos intervenidas son las sabanas distróficas periódicamente inundables, los pastizales eutróficos periódicamente inundables, los matorrales y bosques ribereños periódicamente inundables por el río Orinoco. Podemos concluir que la inundación limita la intervención del ecosistema (ver tabla 10 y figura 6).

Tabla 10. Índice de contexto

COD	Ecosistemas	NUM_POLIG	SUP_KM2	SUP_CONTEXTO	SUP_AREA NAT	SUP.AREA INTERVE	% de intervención
1	Bosques deciduos o caducifolios	21	267,01	91,01	27,11	63,90	70,22
2	Bosques ribereños siempreverdes bien drenados	1.943	5.925,11	12.411,13	7.072,22	5.338,91	43,02
3	Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables	225	2.728,72	1.753,08	1.497,82	255,26	14,56
4	Bosques ribereños siempreverdes periodicamente inundables del río Orinoco	26	623,57	256,28	224,49	31,79	12,40
5	Cuerpos de agua asociadas al río Orinoco	1.023	276,77	871,31	847,35	23,96	2,75
6	Herbazales gramínoide de pantano	82	371,41	207,01	142,05	64,95	31,38
7	Matorrales semisempreverdes con presencia de cactaceae arborescentes	5	127,15	37,61	25,10	12,51	33,26
8	Matorrales siempreverdes periódicamente inundables por desborde del río Orinoco	78	935,22	426,55	314,18	112,37	26,34
9	Palmares pantano con mauritia flexuosa en valles coluvio aluviales	72	457,46	871,40	496,14	375,26	43,06
10	Pastizales naturales eutróficos periódicamente inundables	435	3.586,34	1.638,56	1.261,38	377,18	23,02
11	Sabanas distróficas bien drenadas	2.763	39.022,57	11.718,86	8.120,98	3.597,88	30,70
12	Sabanas distróficas periódicamente inundables	364	4.247,36	1.671,83	1.232,97	438,87	26,25
Totales		7.037	58.568,68	31.954,63	21.261,79	10.692,84	

Figura 6. Índice de contexto

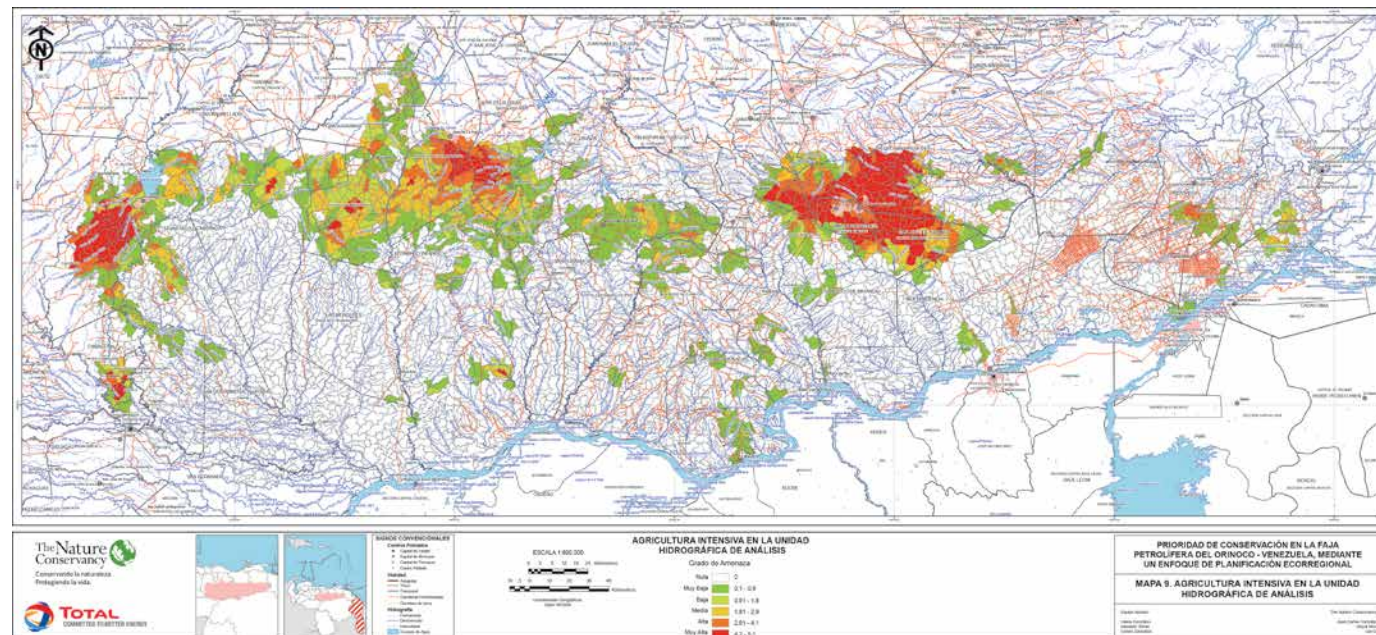


4 Grado de amenazas sobre los sistemas

Otro de los factores determinantes para la determinación del Portafolio es el grado de amenazas al cual están sujetas las UHA. Para el análisis de amenazas se consideraron las 25 variables previamente descritas y ponderadas, las cuales afectan los atributos ecológicos de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

1. Agricultura de alta intensidad: Hay presencia de grandes áreas dedicadas a cultivos mecanizados con predominio de *Oriza sativa* (arroz) y *Zea mays* (maíz) para el consumo humano o cultivos mecanizados con predominio de *Sorghum bicolor* (sorgo) para el consumo animal, con el uso de agroquímicos (ver mapa 9). La información base para esta variable proviene del mapa de vegetación y uso de la tierra elaborado para esta consultoría.

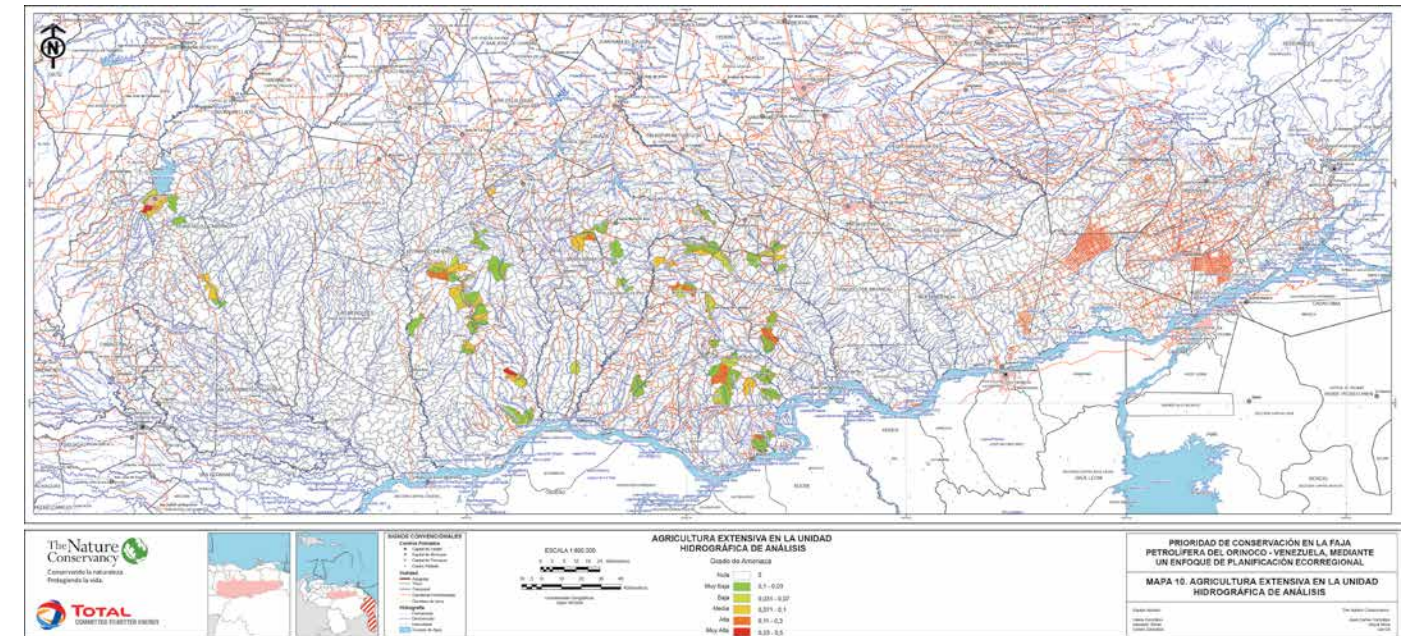
Mapa 9. Agricultura intensiva en la unidad hidrográfica de análisis



2. Agricultura de baja intensidad o extensiva: A diferencia de la agricultura de alta intensidad, la de baja intensidad se caracteriza por la ocupación de pequeñas porciones de terreno asociadas a áreas de inundación, debido a la disponibilidad del recurso hídrico, y está constituida por cultivos de ciclo corto como la yuca, maíz, frutales entre otras que son también llamados cultivos de subsistencia o conucos (ver mapa 10).

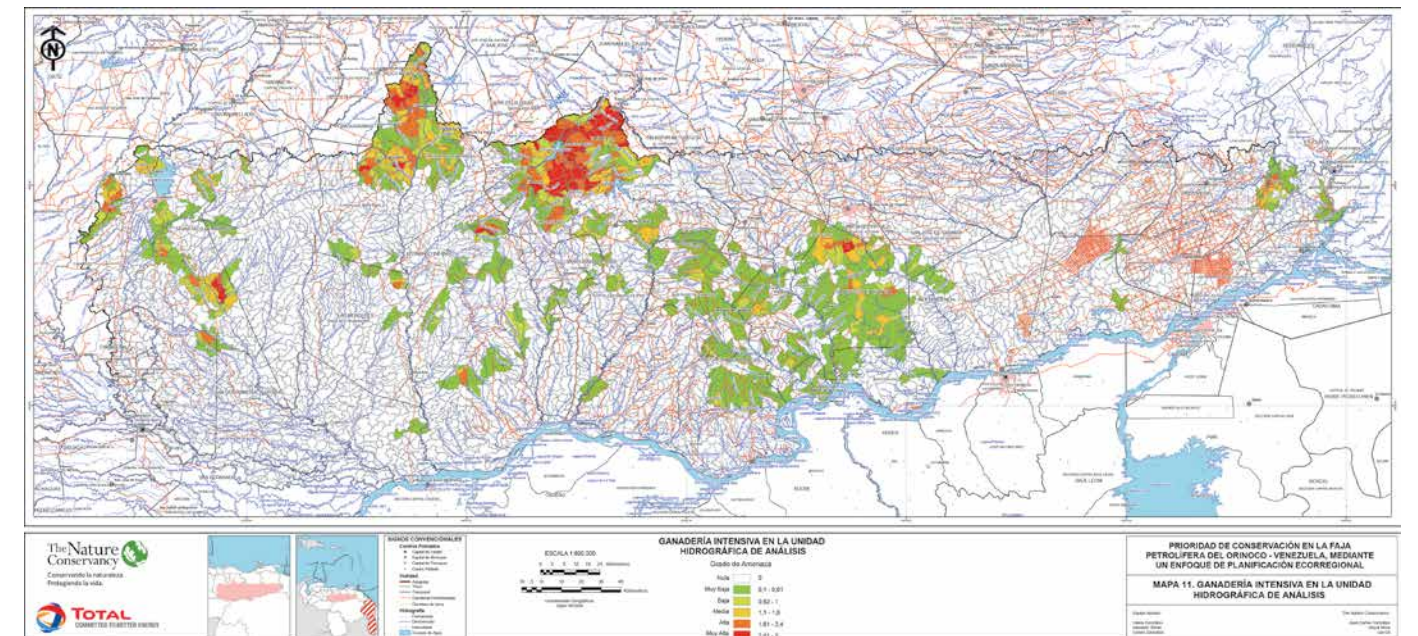
Del mismo modo, la base de esta variable proviene del mapa de vegetación y uso de la tierra elaborado para esta consultoría.

Mapa 10. Agricultura extensiva en la unidad hidrográfica de análisis



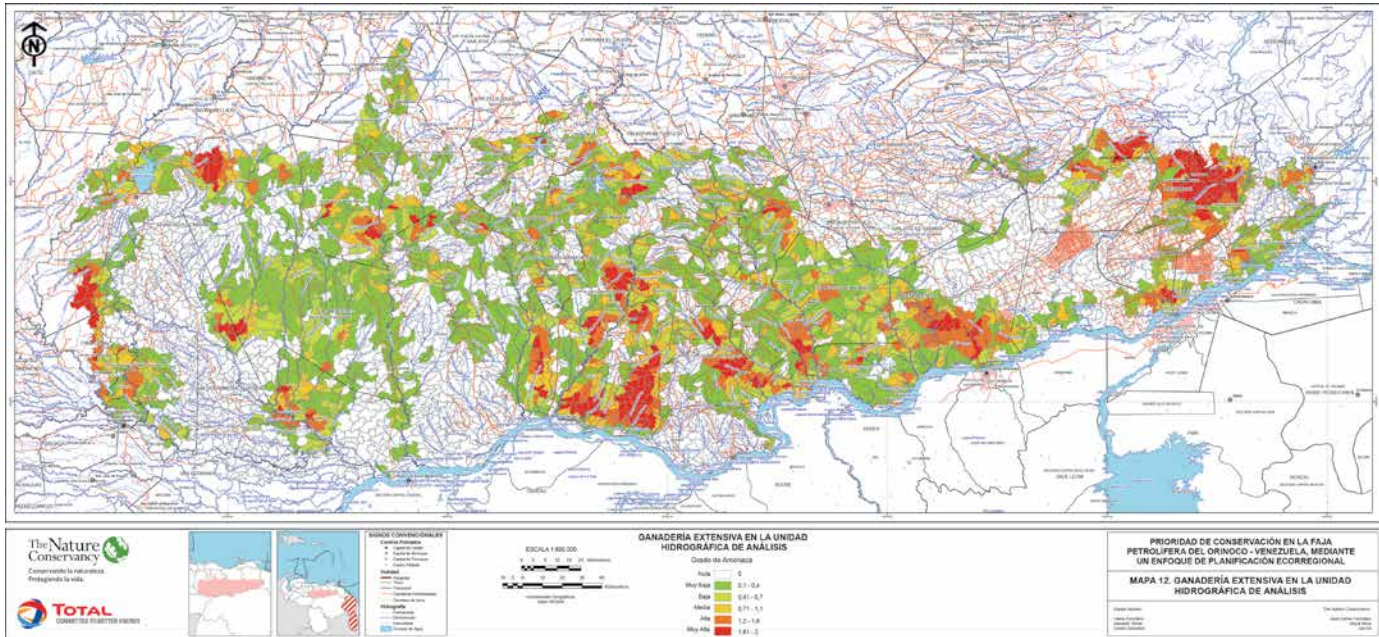
3. Ganadería intensiva: Caracterizada por la introducción de cultivos mecanizados de pastos exóticos de distintas especies del género *Brachiaria* y el empleo de sistemas de riego junto al empleo de agroquímicos (mapa 11).

Mapa 11. Ganadería intensiva en la unidad hidrográfica de análisis



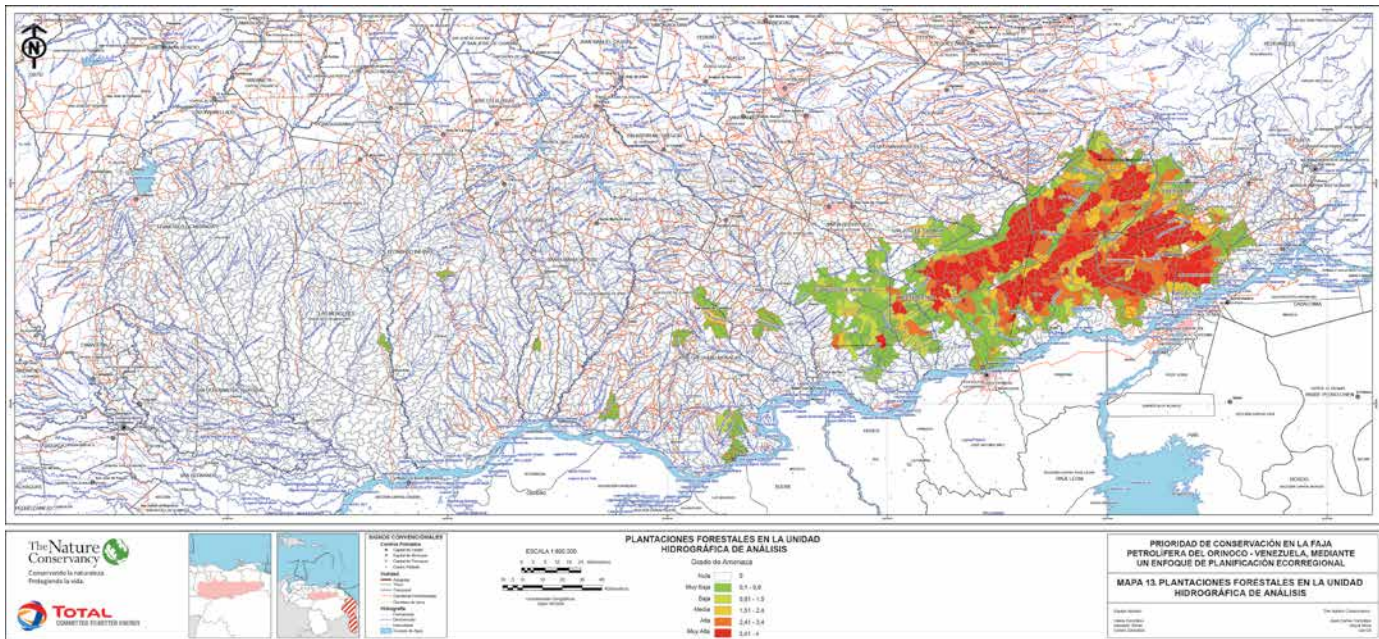
4. Ganadería extensiva: asociada a las sabanas distróficas bien drenadas y de poca fertilidad natural, está constituida por grandes unidades de producción con muy baja carga animal, caracterizadas por el uso indiscriminado del fuego para facilitar el establecimiento de nuevos retoños que constituyen el alimento del ganado en la época de sequía (mapa 12).

Mapa 12. Ganadería extensiva en la unidad hidrográfica de análisis



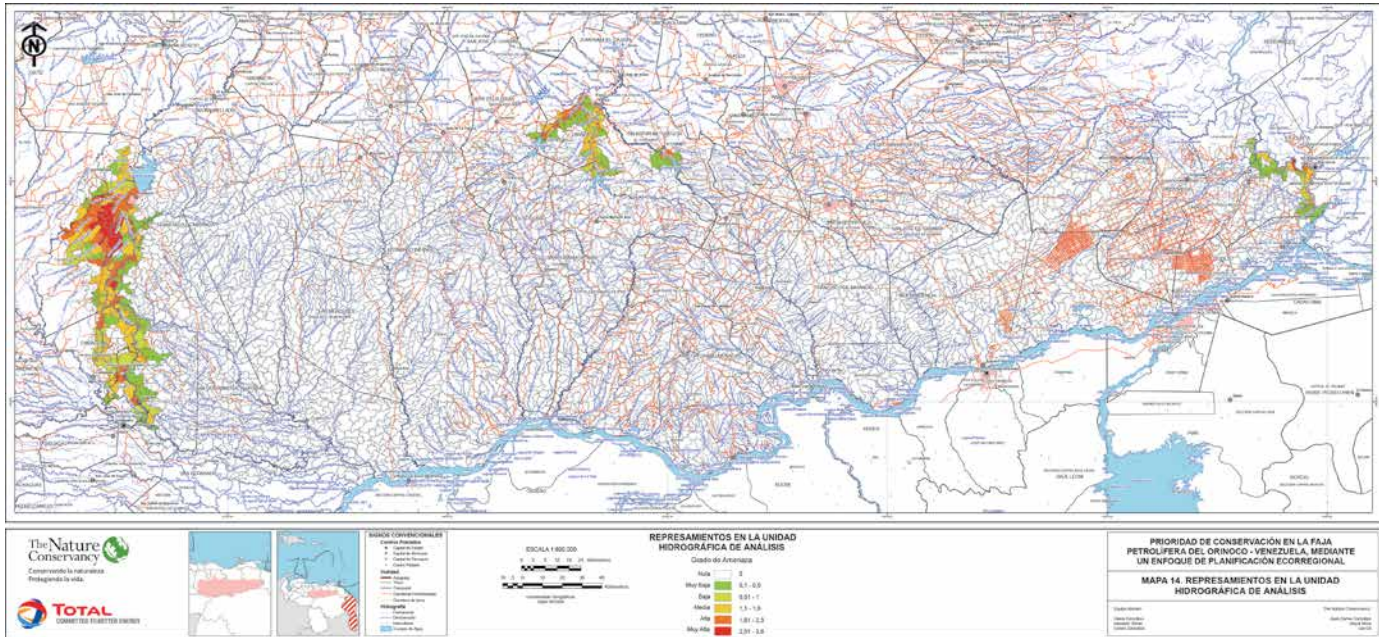
5. Plantaciones forestales: de *Pinus caribaea var hondurensis*, *Eucalyptus camaldulenses* y *Acacia mangium*. La primer especie citada ocupa cerca de 800.000 ha en los llanos orientales y centro orientales (ver mapa 13).

Mapa 13. Plantaciones forestales en la unidad hidrográfica de análisis

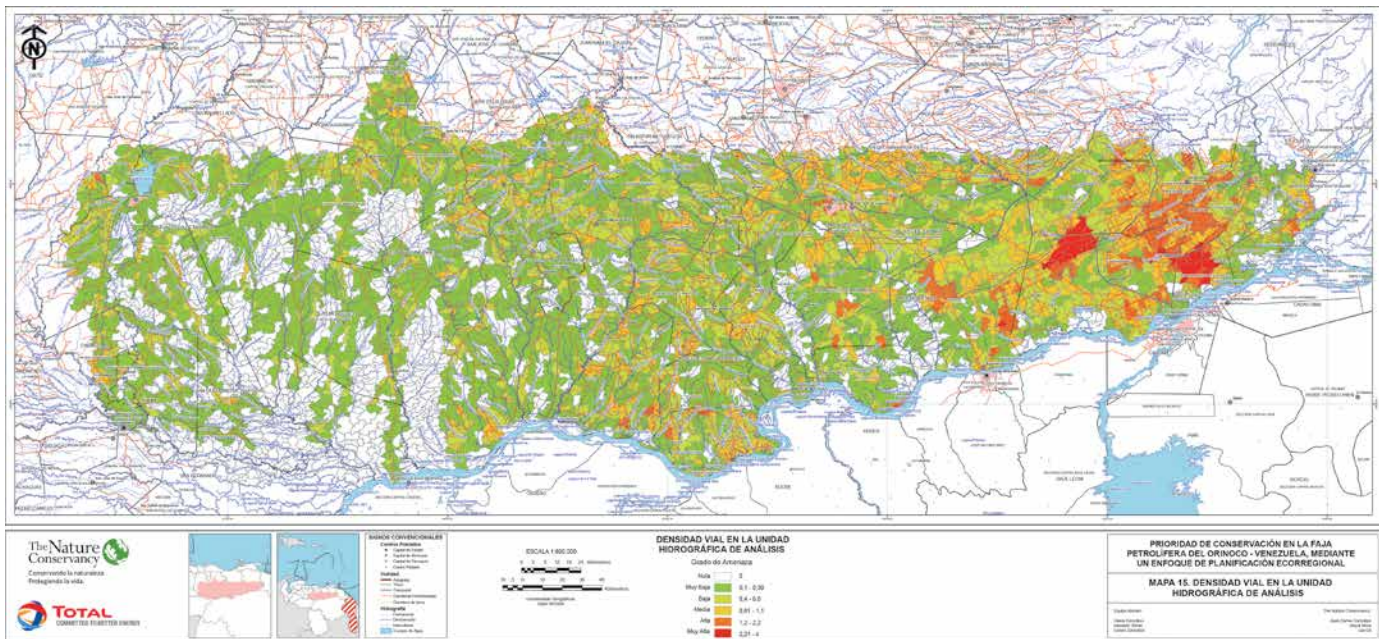


6. Represamientos: La presencia de represamientos y, por tanto, obras de captación en las unidades hidrográficas de análisis tiene un efecto directo sobre la conectividad longitudinal de los ecosistemas acuáticos. La construcción de obras civiles en el lecho de los ríos constituye una barrera para el movimiento de las especies (mapa 14).

Mapa 14. Represamientos en la unidad hidrográfica de análisis



Mapa 15. Densidad vial en la unidad hidrográfica de análisis

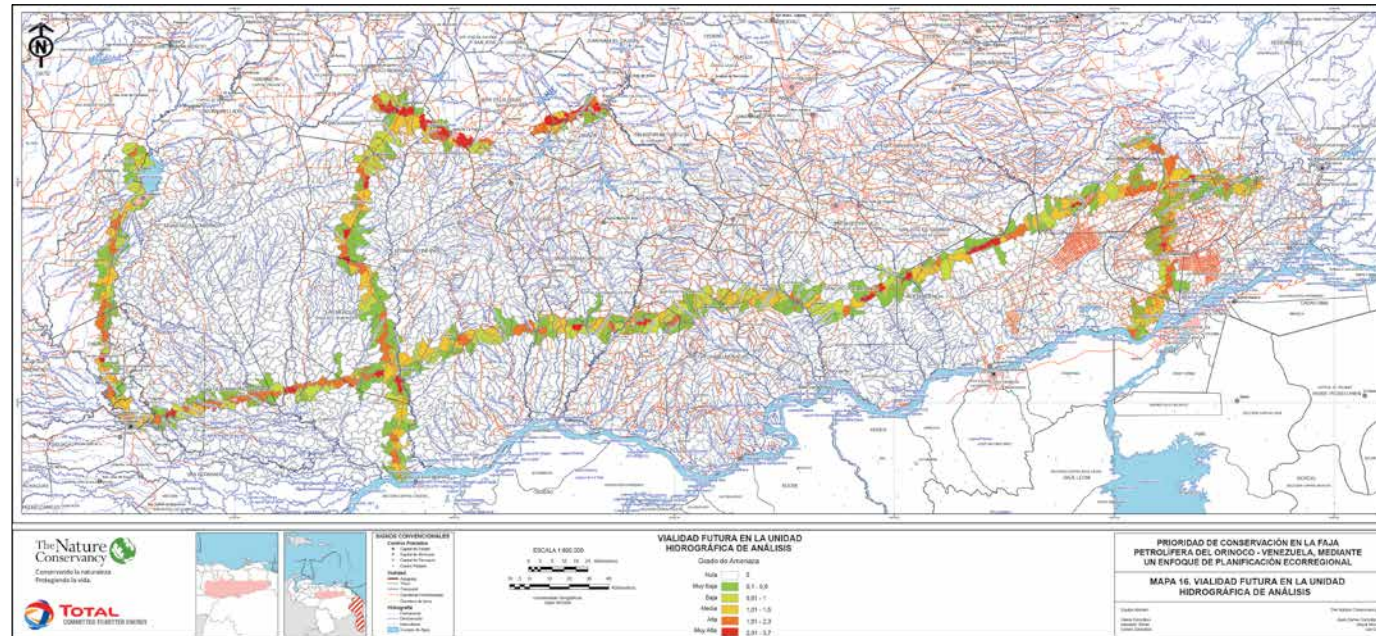


7. Densidad de vías: Las vías de acceso son uno de los factores determinantes de la condición ecológica y del grado de amenaza a los ecosistemas. Una mayor extensión de vías altera la calidad y la conectividad de los cuerpos de agua y modifica el hábitat físico, con consecuencias finales sobre las condiciones ecológicas de los ecosistemas.

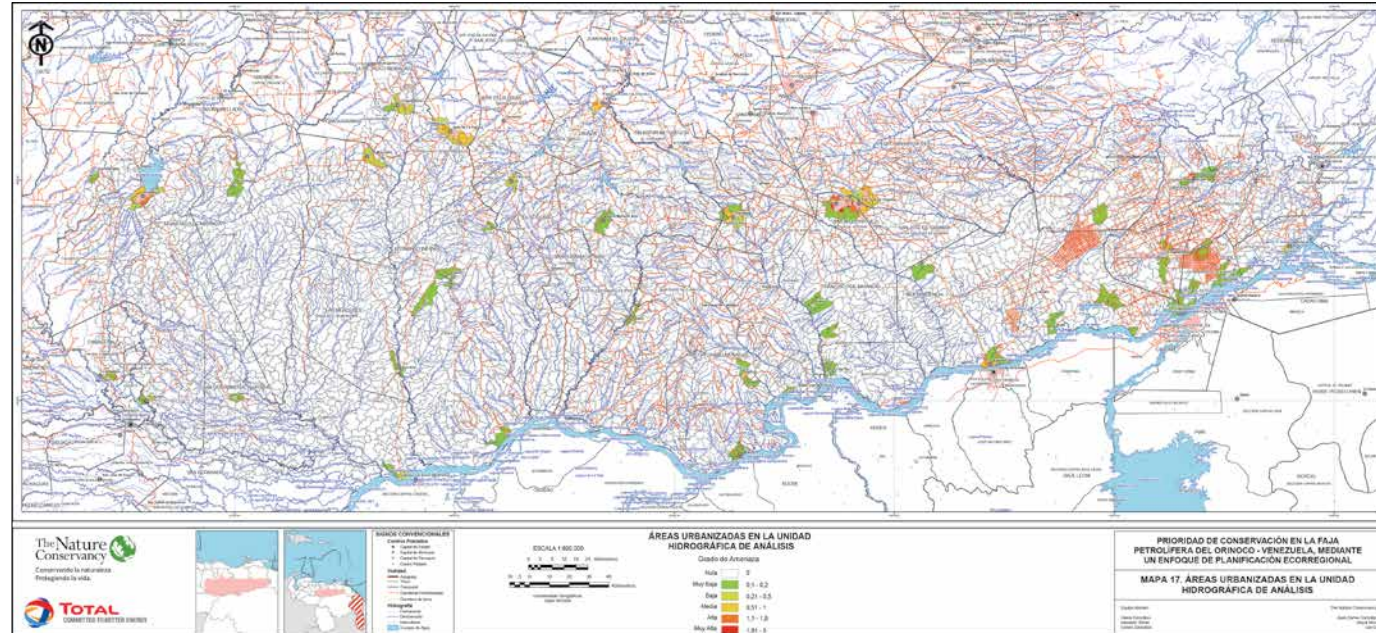
En la zona oriental de la FPO hay mayor densidad de vías debido a las actividades forestales y petroleras (mapa 15). La construcción de vías ha causado el deterioro de los ecosistemas adyacentes. La información base para el análisis de esta variable proviene de la cobertura de vialidad elaborada por el IGVSb en el proyecto MARNOT.

8. Vialidad propuesta o futura: Hay que hacer especial mención a un proyecto vial que permitirá la conexión de San Fernando de Apure con la ciudad de Tucupita, atravesando de oeste a este toda la red hidrográfica de los llanos centrales, centro orientales y orientales. Esta es una carretera de servicios asociada al proyecto de desarrollo de la FPO, así como la construcción de líneas férreas, como la de las Mercedes-Cabruta. En el **mapa 16** se aprecian los proyectos de interconexión vial planteados para el desarrollo de la FPO.

Mapa 16. Proyectos viales futuros o propuestos en la unidad hidrográfica de análisis



Mapa 17. Áreas urbanizadas en la unidad hidrográfica de análisis



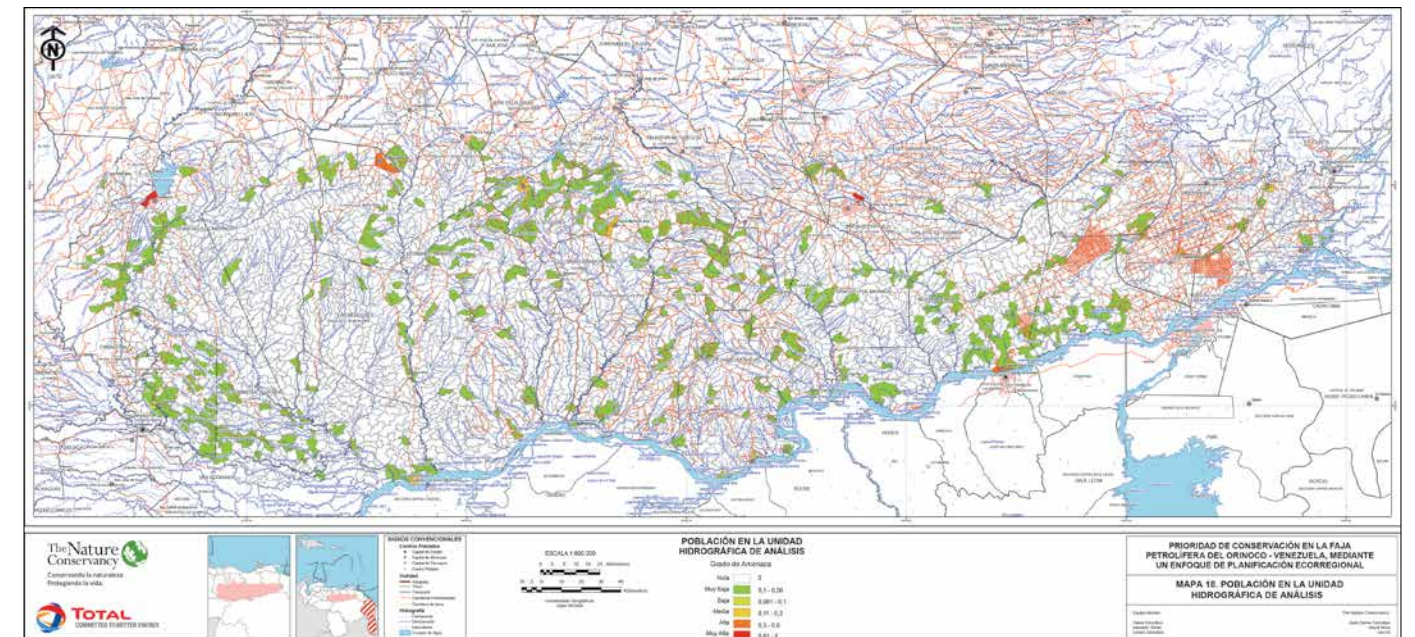
9. Áreas urbanizadas: Las áreas urbanas constituyen zonas que han sido transformadas de cobertura natural a su actual condición. Este análisis considera la extensión del área urbana dentro de cada unidad. Se evidencia que las áreas urbanas de las principales ciudades ocupan extensiones importantes dentro de las unidades hidrográficas en las que se encuentran: Calabozo, Valle de la Pascua y El Tigre (**mapa 17**).

La expansión de las áreas urbanas históricamente ha estado relacionada con las oportunidades de trabajo creadas por la industria agrícola y petrolera. Las áreas urbanas dentro de la demarcación ocupan 166 km², lo que representa apenas el 0,2 % de la extensión total.

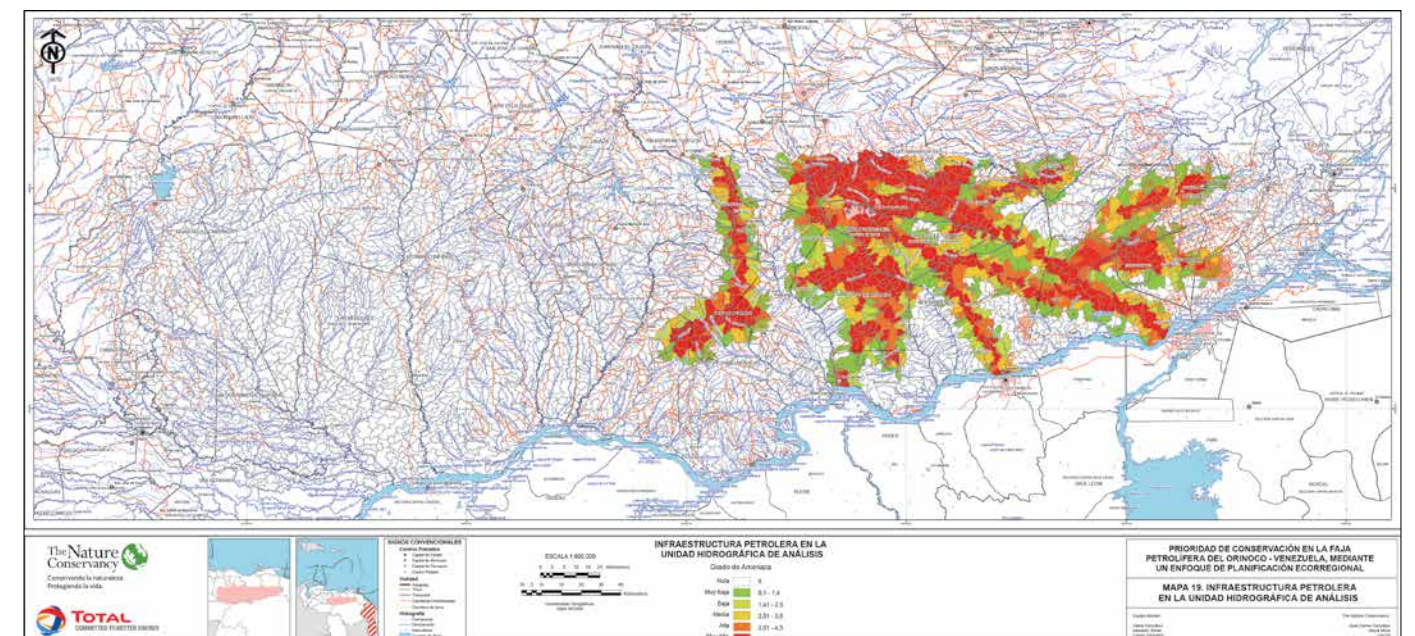
La información base para esta variable proviene del mapa de vegetación y uso de la tierra elaborado para esta consultoría que, a su vez, está basado en los mapas de vegetación y usos de la tierra generados en los proyectos del IGVS y PDVSA.

10. Población total: Representa la presión de la población en cuanto a la generación de desechos y su impacto en la unidad hidrográfica de análisis (**mapa 18**). A mayor población, mayor amenaza. Este dato se obtuvo del Nomenclador de Centros Poblados (INE, 2003), realizándose una proyección lineal para el año 2011 y un ajuste con los resultados del censo 2011 para los municipios localizados en la FPO.

Mapa 18. Población total en la unidad hidrográfica de análisis



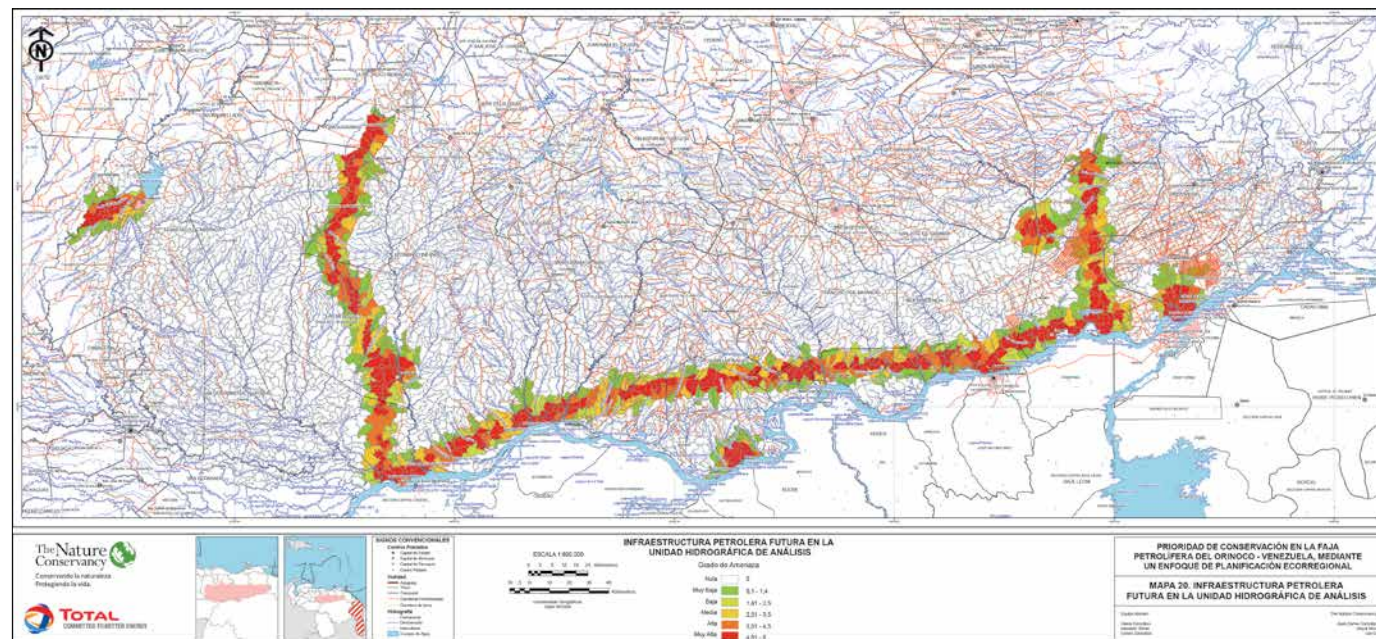
Mapa 19. Infraestructura petrolera actual en la unidad hidrográfica de análisis



11. Petrolera actual: La actividad petrolera se asienta especialmente al este de la FPO (**mapa 20**). El análisis consideró la infraestructura existente (oleoductos, pozos, ductos, patios, entre otras) y un área de influencia de 5 km debido al peligro potencial de derrames o la generación de pasivos ambientales (**mapa 19**). La FPO es el proyecto petrolero más grande del mundo y al encontrarse en pleno desarrollo es necesario definir sistemas de control y monitoreo ambiental de las actividades en todas sus fases.

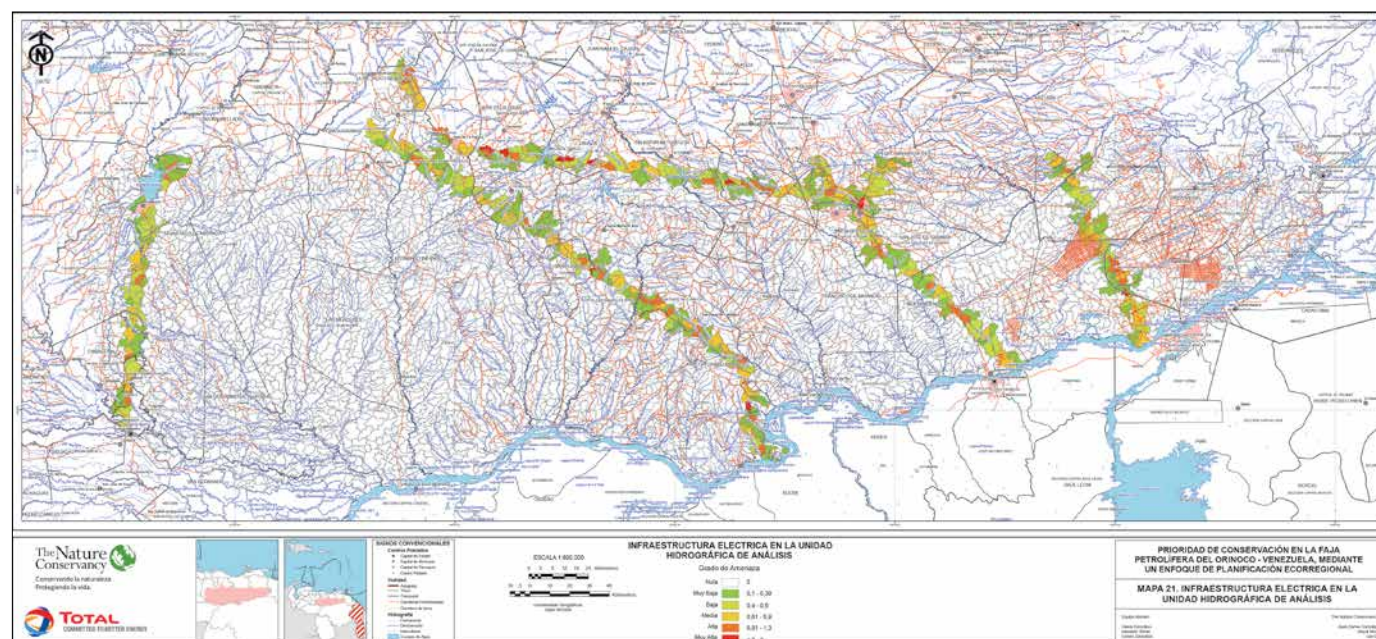
12. Petrolera futura: El aprovechamiento de las mayores reservas probadas de crudos pesados del mundo requiere de nuevas locaciones de producción y terminales de exportación. La cobertura de amenaza petrolera actual y futura se basa en el Mapa Gasífero, 2012 (actualización 14-2-2012, Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo) y el Mapa Energético de la República Bolivariana de Venezuela, 2011-2012, certificado por el Instituto Geográfico de Venezuela la Simón Bolívar. En consulta con especialistas, se definió un área de influencia de 5 km a cada estructura petrolera como macollas, pozos, ductos y otras, así como de 10 km para los mejoradores y las refinерías, generando de esta manera la cobertura de amenaza petrolera futura (ver mapa 20).

Mapa 20. Infraestructura petrolera futura en la unidad hidrográfica de análisis



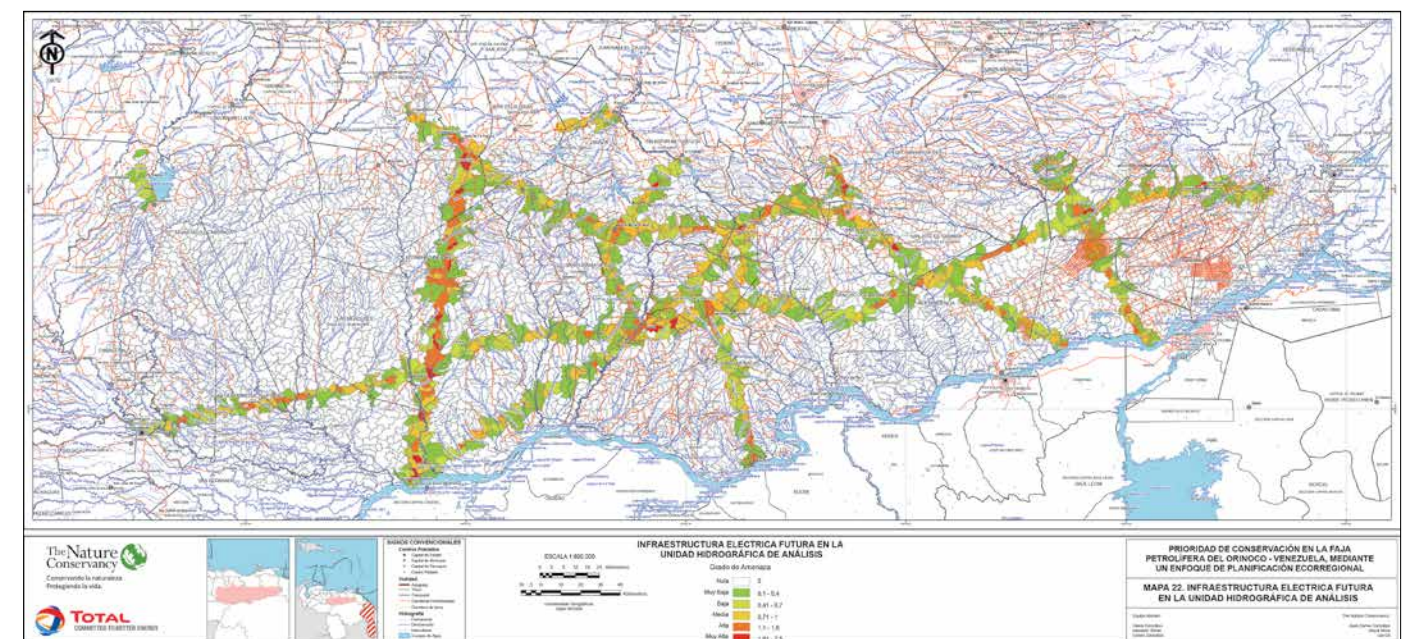
13. Tendidos eléctricos actuales: El área de estudio es intersectada por un conjunto de tendidos eléctricos que llevan más del 60% de la energía que se consume en el país, desde las hidroeléctricas de Guri, Caruachi y Tocoma a las principales ciudades (mapa 21). El mantenimiento preventivo contempla la deforestación sobre los ejes de drenaje, impactando los ecosistemas y obstaculizando los drenajes, entre otras amenazas.

Mapa 21. Infraestructura eléctrica actual en la unidad hidrográfica de análisis



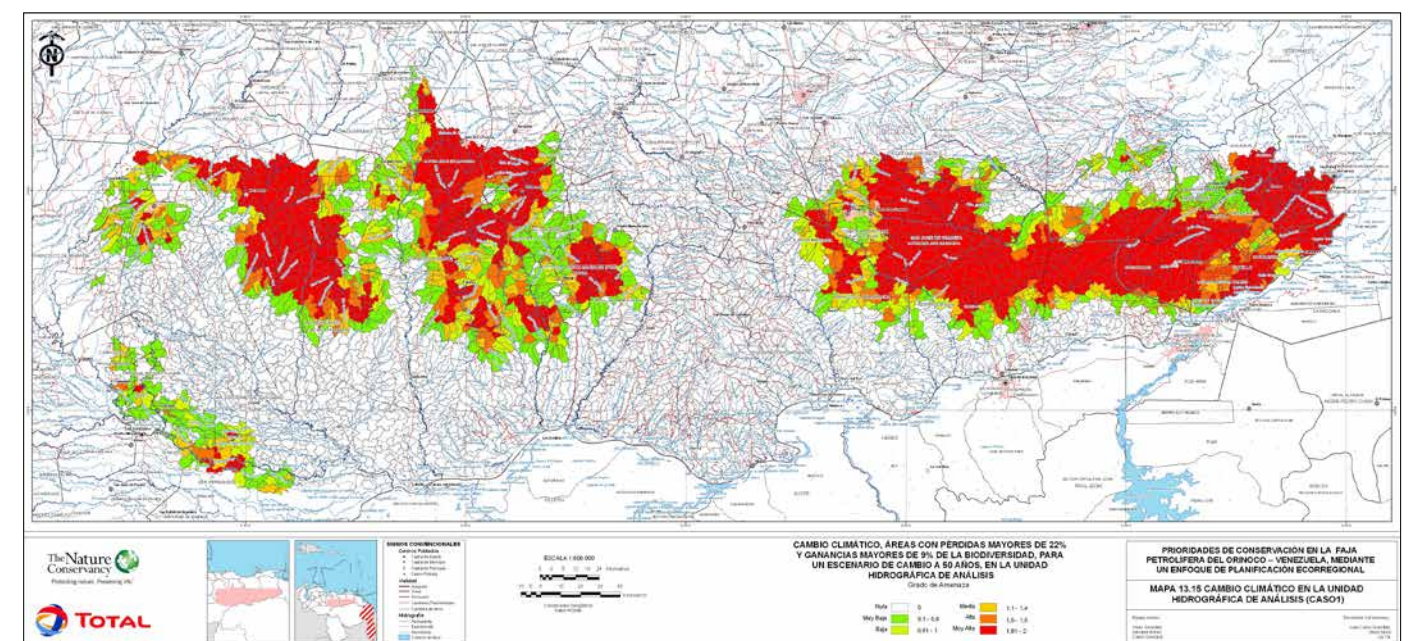
14. Tendidos eléctricos futuros: Existen proyectos para el suministro de energía a las nuevas instalaciones de producción petrolera y centros poblados a ser dotados de infraestructuras y servicios que garanticen una calidad de vida digna a sus pobladores (mapa 22). El mantenimiento preventivo impactará los ecosistemas y cauces, entre otras amenazas.

Mapa 22. Infraestructura eléctrica futura en la unidad hidrográfica de análisis



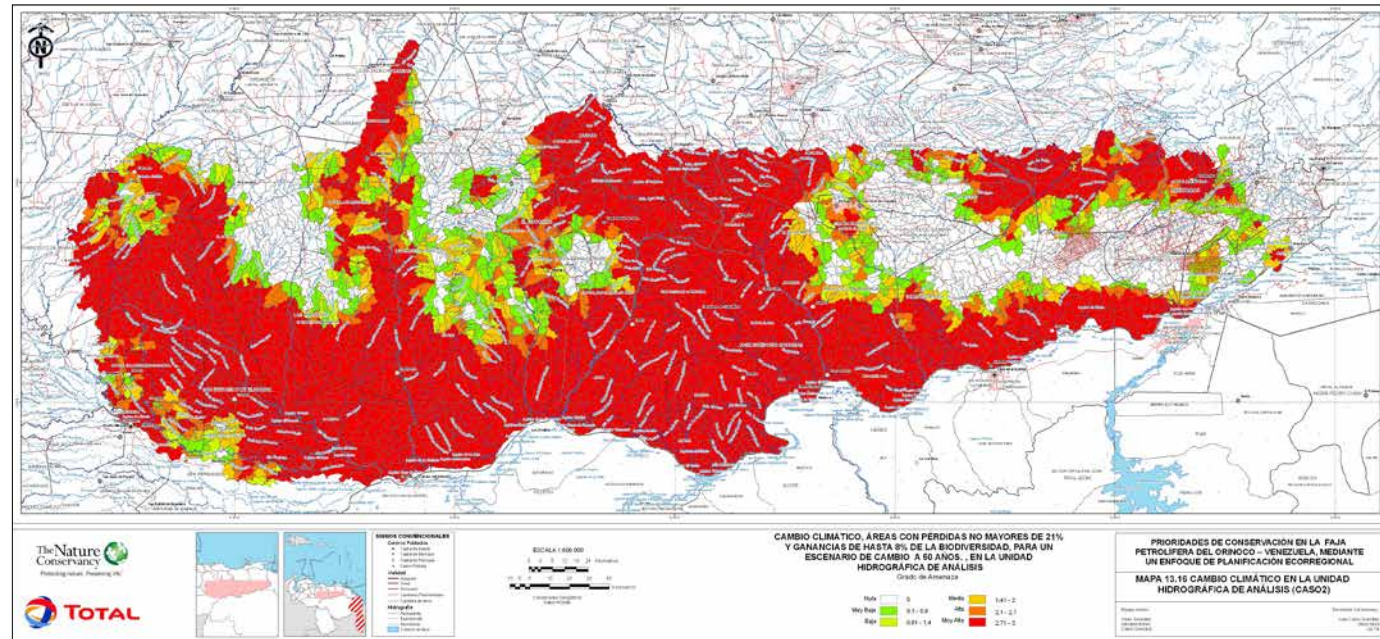
15. Cambio climático caso 1: El mapa 23 refleja las áreas con pérdidas de biodiversidad mayores a 22% y ganancias mayores a 9%, para un escenario de cambio a 50 años, asociadas al delta interior del río Orinoco. Del mismo modo se aprecian las áreas con mayor pérdida de biodiversidad asociadas a actividades petroleras, forestales y agrícolas, ubicadas al norte del área estudiada.

Mapa 23. Cambio climático en la unidad hidrográfica de análisis, caso 1



16. Cambio climático caso 2: En el mapa 24 se aprecia como casi la totalidad de las UHA están sujetas a cambios climáticos en un escenario de cambio a 50 años, que incidirán en la pérdida de biodiversidad en el orden de 21% y ganancias de hasta 8%.

Mapa 24. Cambio climático en la unidad hidrográfica de análisis, caso 2



Vale acotar que la inclusión de esta variable hace que toda el área de la FPO sea afectada en el escenario de cambio climático a 50 años.

4.1 Conclusión del índice de amenazas

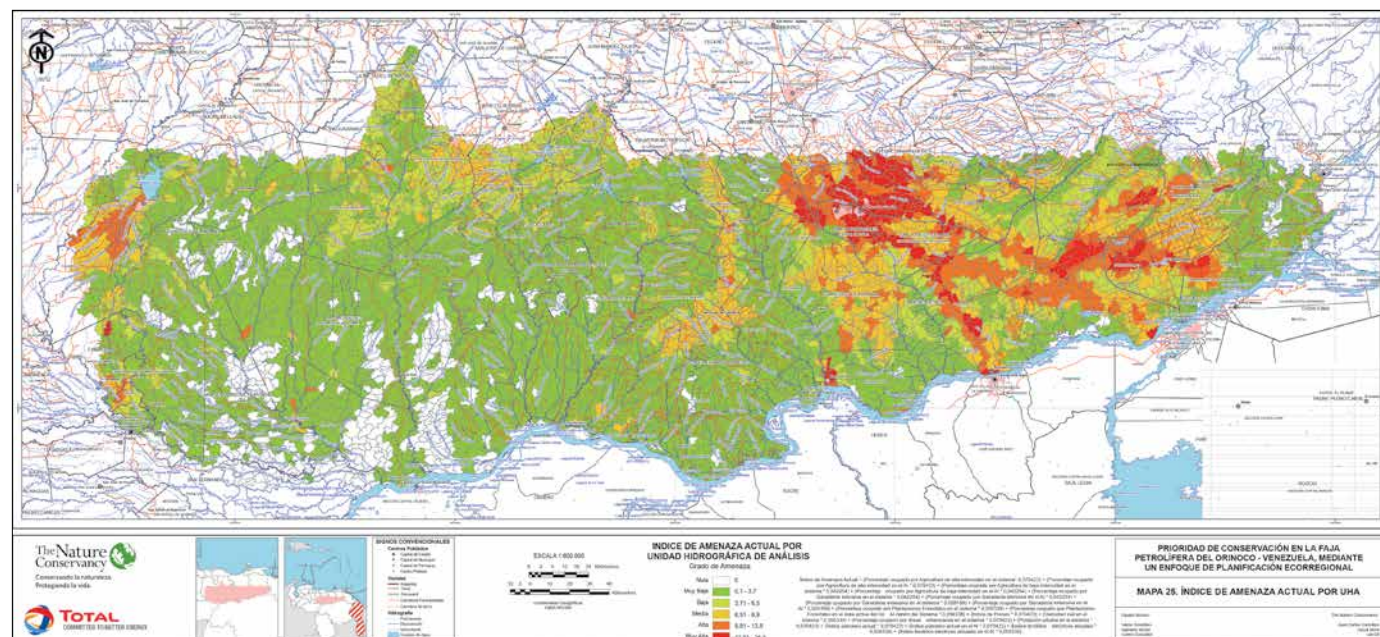
Las amenazas de las unidades es un punto crítico y complementario a la condición ecológica para la determinación del portafolio, ya que los sitios sin amenazas y con amenazas bajas están en mejores condiciones y son capaces de resistir las alteraciones que ocurran.

Para establecer el índice de amenaza, se establecieron en dos tipos: amenaza actual y amenaza total.

4.2 Índice de amenaza actual

De las 3.637 UHA, 335, correspondientes al 10%, no poseen amenazas y se emplazan principalmente en los planos de inundación del río Orinoco. 2.083, que representan el 57%, tienen una amenaza muy baja. Otras 515, que significan 14%, tienen amenaza baja. Según se observa, cerca del 80% del total están categorizadas sin y con baja amenaza, lo que es un rasgo positivo para el establecimiento de áreas prioritarias para la conservación.

Mapa 25. Índice de amenaza actual en la unidad hidrográfica de análisis



La amenaza media se da en 336 UHA, igual al 10%; 196, equivalente al 5%, califican en alta amenaza y 122, correspondiente al 3%, en muy alta amenaza. Las áreas de mayor amenaza se encuentran principalmente en la región oriental del área de estudio, asociadas a ecosistemas bien drenados donde la capacidad de uso tiene muy pocas limitaciones y donde están presentes las actividades petrolera, forestal y la transmisión eléctrica, entre otras.

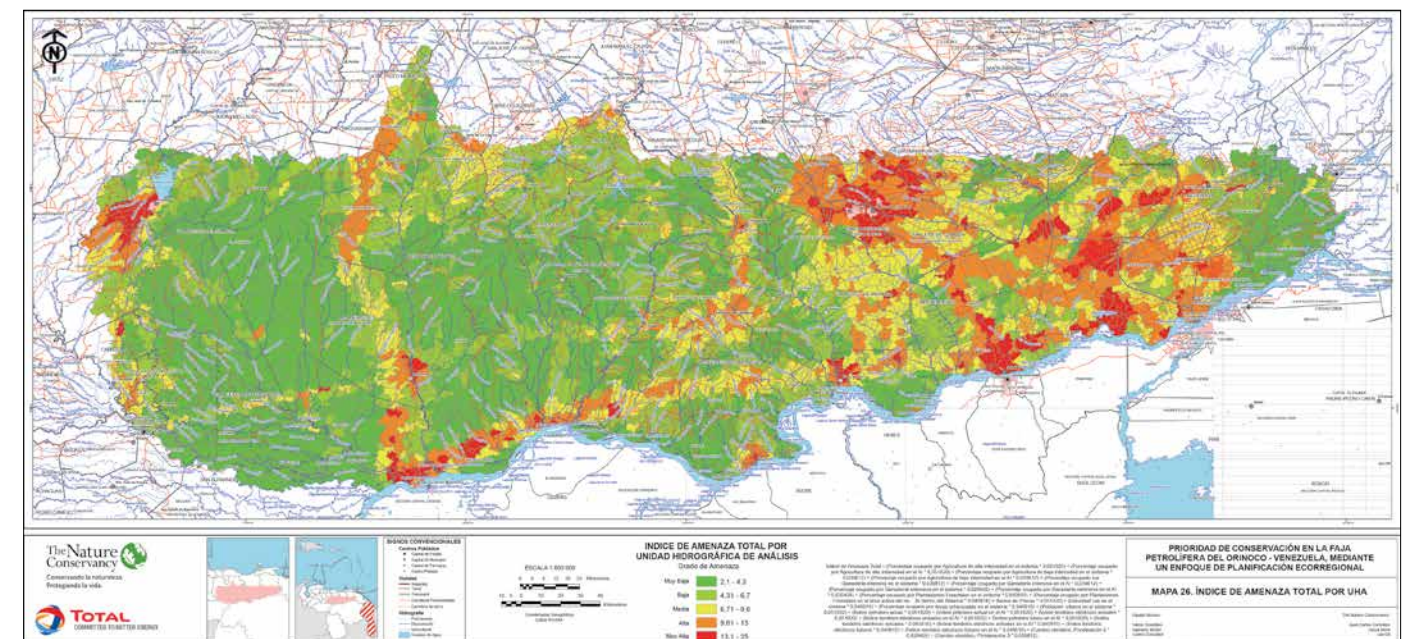
4.3 Índice de amenaza total

La amenaza total involucra la amenaza actual, a la que se le suma la estimación de las amenazas futuras de proyectos de infraestructura energética, vialidad y la estimación del impacto del cambio climático para 50 años.

En el índice de amenaza total no existen UHA con amenaza nula, debido a la incorporación de la amenaza por cambio climático, lo que afecta a la totalidad del área de estudio. Las UHA con muy baja y baja amenaza son 1.505 y 922, correspondientes al 41 y 25% respectivamente, para un total de 66% de las UHA categorizadas como de muy baja a baja amenaza. Esto representa una gran oportunidad para el establecimiento y manejo de las áreas prioritarias para la conservación, ya que los costos de intervención serán menores. Se observa que estas áreas constituyen la matriz que contiene el resto de las UHA que presentan algún grado de amenaza.

De las 3.637 UHA, 619 (17%) son categorizadas como de amenaza media, 410 (11%) de alta y solo 181 (5%) de muy alta amenaza, sumando estas dos últimas un 16%. La mayor presencia de la categoría de amenaza se encuentra en el oriente del país, pero también está asociada a las nuevas obras que se encuentran proyectadas para la FPO como son los desarrollos petroleros (refinerías, mejoradores y ductos), desarrollos viales y las nuevas líneas de transmisión eléctrica.

Mapa 26. Índice de amenaza total en la unidad hidrográfica de análisis

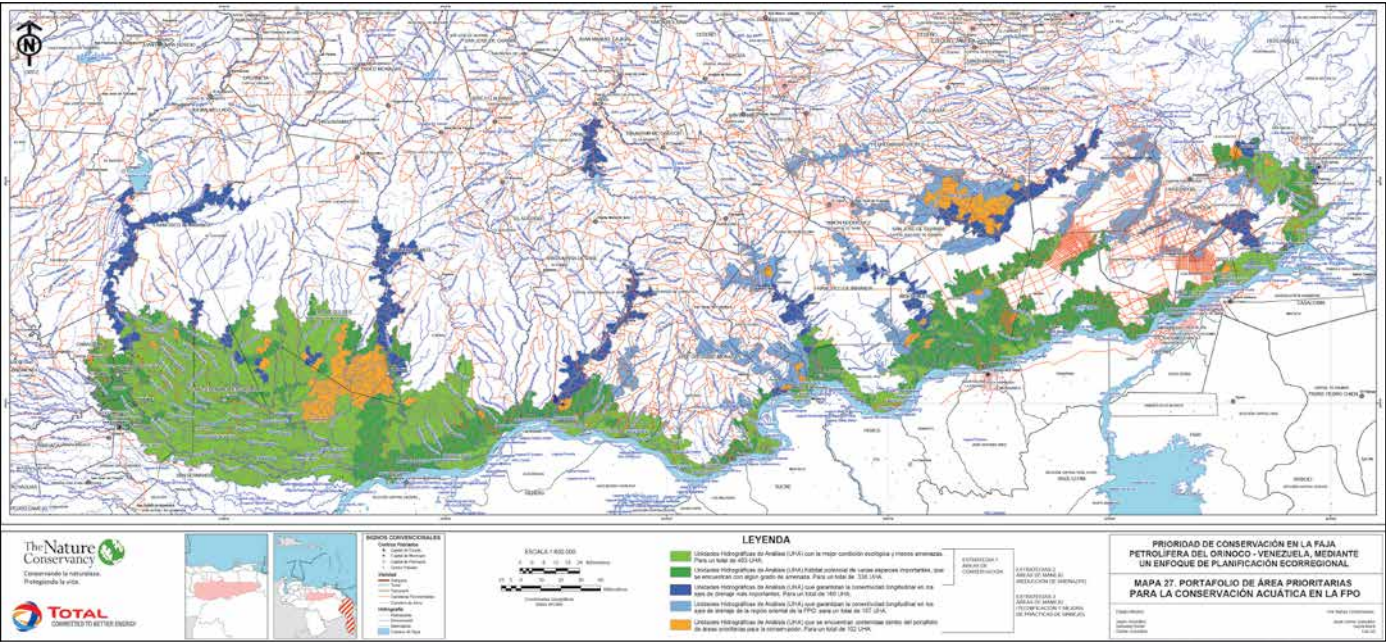


5. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática

Para el establecimiento del portafolio de áreas prioritarias para la conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres en la FPO se determinaron un total de 1.251 unidades hidrográficas de análisis prioritarias para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Estas 1.251 unidades representan un área total de 28.629 km², es decir, aproximadamente el 35% del área de estudio. Las 1.251 unidades priorizadas se dividen en dos portafolios: conservación y manejo. En un primer análisis se identificaron las unidades

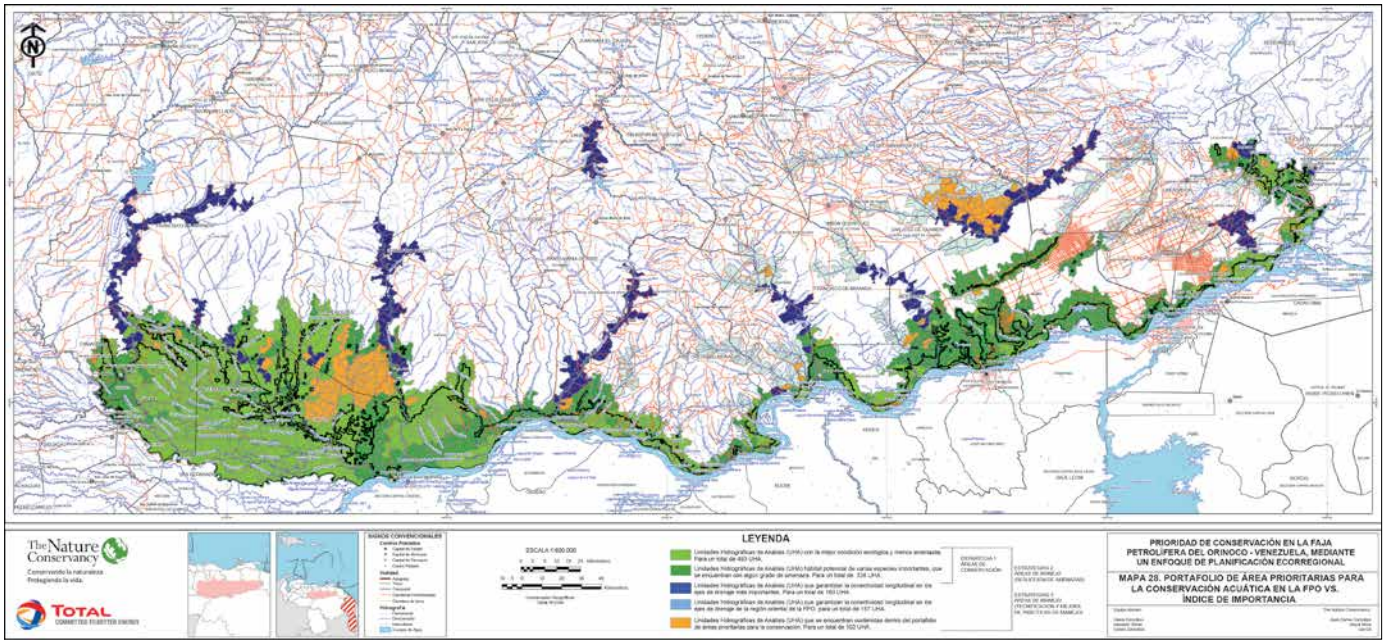
mostradas en el **mapa 27**, las cuales cumplen los criterios de conectividad, representatividad y eficiencia.

Mapa 27. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática en la faja petrolífera del Orinoco



Para validar el resultado se realizó un mapa donde se contrasta el índice de importancia, representativo de la sumatoria del hábitat potencial de los ecosistemas de grano fino y grueso considerados como prioritarios en este estudio (ver **mapa 28**). En este mapa se observa que la totalidad del área del índice de Importancia (identificada como un polígono de borde negro), está contenida dentro del portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática y terrestre en la FPO.

Mapa 28. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática en la faja petrolífera del Orinoco versus índice de importancia



Para afinar el portafolio, se realizó un ejercicio de priorización de las UHA basado en la asignación de pesos según los criterios de selección, donde el peso más bajo, uno (1), se asignó a las unidades contenidas dentro de las UHA seleccionadas como APPC. El peso dos (2) correspon-

de a todas las UHA seleccionadas por ser cuencas categorizadas de órdenes de río mayores de 5. A las UHA con índice de importancia mayor a 8 se les asignó un valor de tres (3), mientras que las UHA con peso cinco (5) son las que poseen la mejor condición ecológica (mayor de 50) y la menor amenaza (menor que 5). Mediante la sumatoria de estos pesos se obtuvo una escala de seis valores que van del 10 al 1, posteriormente reclasificados por su prioridad para la conservación. En la **tabla 11** se describen los criterios de priorización de las UHA seleccionadas como APPC.

Tabla 11. Criterios de priorización de las UHA seleccionadas como áreas prioritarias para la conservación (APPC)

Prior.	Criterios de priorización de las UHA seleccionadas como APPC	Nº de UHA	Superficie Km²
1	UHA que poseen la mejor condición ecológica y la menor amenaza que permiten la conectividad lateral y longitudinal de los ecosistemas, puesto que están también asociadas a ejes de drenaje de órdenes superiores a 5. Además son hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios.	164	4.052
2	UHA que poseen la mejor condición ecológica y la menor amenaza que garantizan la conectividad lateral de los ecosistemas y además son hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios.	328	7.264
3	UHA hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios, asociadas a los ejes de drenaje que garantizan la continuidad longitudinal de los ecosistemas.	128	2.947
4	UHA hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios.	214	4.991
5	UHA asociadas a los ejes de drenaje que garantizan la continuidad longitudinal de los ecosistemas.	315	7.493
6	UHA contenidas dentro de las UHA seleccionadas como APPC.	102	1.890
Totales		1.251	28.637

Seguidamente se describen y ubican las UHA seleccionadas como APCC (ver **mapa 29**):

1. Las 164 UHA con mayor nivel de prioridad de conservación, ocupan aproximadamente 4.052 km² y están caracterizadas por poseer la mejor condición ecológica y la menor amenaza, lo que permite la conectividad lateral y longitudinal de los ecosistemas, puesto que están también asociadas a ejes de drenaje de órdenes superiores a 5. Y, además, son hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios.

Estas áreas, conformadas por corredores discontinuos (como se puede observar en el mapa 25 del portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática y terrestre en la Faja Petrolífera del Orinoco), están asociadas principalmente al plano de inundación del río Orinoco caracterizado por la presencia de ecosistemas predominantemente leñosos, periódicamente inundables de aguas turbias. Los ríos Apure y Guariquito, aunque menos extensos, presentan mejor conectividad y están conformados predominantemente por ecosistemas periódicamente inundables gramínoideos de aguas turbias. Esta UHA con el primer nivel de prioridad, debe estar sujeta a estrategias y políticas que garanticen su conservación e integridad ecológica.

2. En el segundo nivel de prioridad para la conservación se identificaron 328 UHA que ocupan una extensión de 7.264 km², que poseen la mejor condición ecológica y la menor amenaza, ga-

rantizando de esta forma la conectividad lateral de los ecosistemas y, además, constituyéndose en hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios. Estas áreas se encuentran principalmente asociadas al delta interior del río Orinoco integrado por ecosistemas periódicamente inundables gramínoles de aguas turbias. Hay que tomar en cuenta que parte de esta área ya se encuentra afectada por una figura de protección como es el Refugio de Fauna Silvestre esteros de Camaguán.

En menor medida, estas UHA también se ubican asociadas a los planos de inundación del Orinoco, conformados predominantemente por ecosistemas leñosos de aguas turbias, periódicamente inundables. También deben estar sujetos a estrategias y políticas que garanticen su conservación e integridad ecológica.

3. Luego y según el grado de prioridad, encontramos un total de 128 UHA que ocupan 2.947 km². Son el hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios, asociadas a los ejes de drenaje que garantizan la continuidad longitudinal de los ecosistemas. Estas unidades poseen grados de amenazas importantes y son las que se encuentran interrumpiendo la continuidad longitudinal de las UHA de primer nivel de prioridad. Estas se encuentran principalmente asociadas a actividades antrópicas como centros poblados emplazados en el plano de inundación del río Orinoco (Cabruta, Las Bonitas, Mapire, Santa Cruz del Orinoco, Soledad, Carapa, Barrancas y Tucupita).

4. 214 UHA que representan 4.991 km² son seleccionadas por ser hábitat potencial de especies y ecosistemas prioritarios; como sucede en el nivel de prioridad anterior, poseen grados importantes de amenazas pero interfieren la continuidad lateral de las UHA. Están asociadas principalmente al establecimiento de obras ingenieriles actuales y futuras como corredores de servicios relacionados con las actividades petroleras, de transmisión eléctrica y obras de vialidad como es el caso de la carretera San Fernando-Tucupita.

5. Otras 315 UHA están asociadas a los ejes de drenaje que garantizan la continuidad longitudinal de los ecosistemas con una superficie de 7.493. Estas, si se quiere, son las UHA más heterogéneas puesto que en ellas está representado un conjunto de ecosistemas acuáticos fluviales diferentes y sometido a grandes presiones antrópicas relacionadas principalmente a la actividad forestal y petrolera. Se describen a continuación desde el oriente al occidente del área de estudio.

Las UHA relacionadas a los ríos Morichal Largo, Tigre, Yabo, Caris, Limo y Cicapro están caracterizadas por ecosistemas fluviales de aguas negras con alta predominancia de palmares de pantano y bosques ribereños siempreverdes bien drenados.

Las UHA asociadas a los ríos Pao y Cabrutica se caracterizan por ecosistemas fluviales de aguas turbias con alta predominancia de bosques ribereños siempreverdes bien drenados.

En los llanos centrales y centro orientales se encuentran las UHA asociadas a los ríos Zuata, Manapire, Guárico y Orituco, que se caracterizan por ecosistemas fluviales de aguas claras con alta predominancia de bosques ribereños siempreverdes bien drenados.

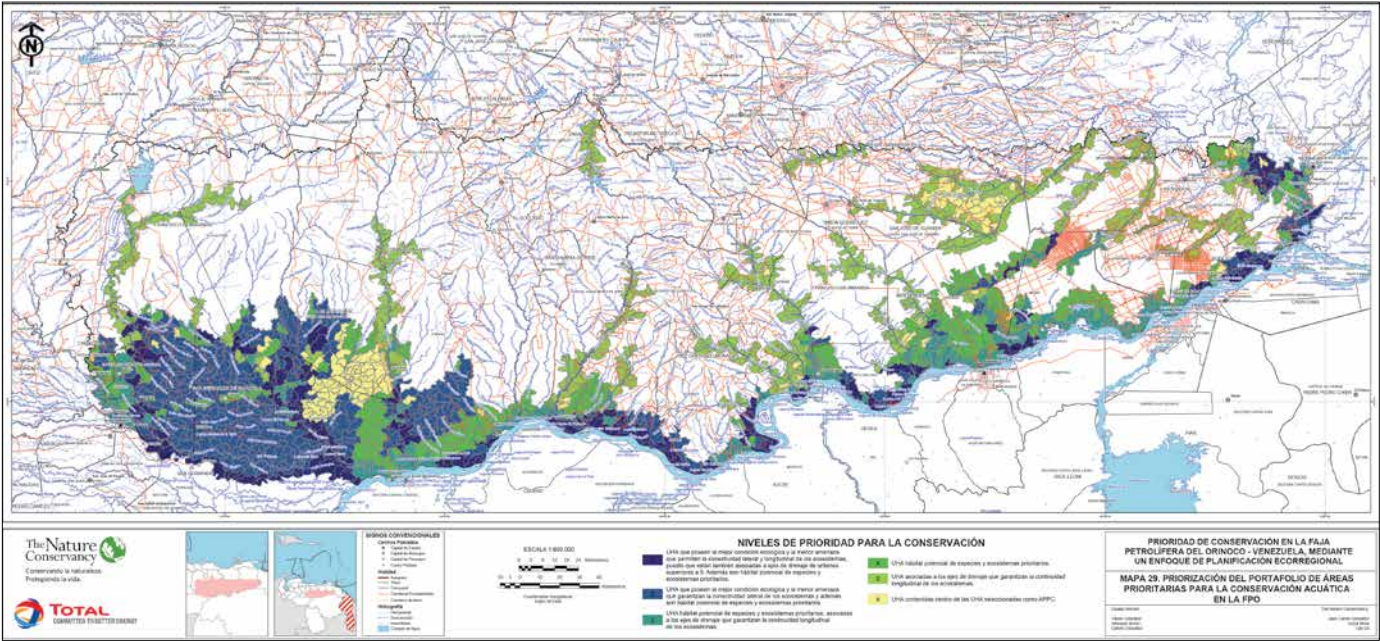
Cada uno de estos ecosistemas posee diferentes atributos en cuanto a la calidad y características de sus aguas, así como la diversidad y riqueza de especies animales y vegetales, por lo que deben ser tratados tomando en cuenta sus particularidades.

6. Finalmente y con el menor nivel de prioridad, se encuentran las UHA contenidas dentro de las UHA ya seleccionadas como APPC, con un área de 1.890 km² y un total de 102 unidades. Se observan dos grandes conglomerados, el primero en el oriente del país, asociados a ecosistemas de sabana distrófica de la planicie de mesa, que se encuentran bastante amenazados por

actividades antrópicas, pero que está contenido entre UHA asociadas a los ecosistemas acuático y terrestre de palmeras de pantano (*M. flexuosa*).

El segundo, asociado a ecosistemas de sabana distrófica mal drenada en la margen derecha del río Manapire en los llanos centrales. Hay que hacer especial mención a que aproximadamente la mitad de estas UHA se encuentran protegidas por el Parque Nacional Aguaro Guarikito.

Mapa 29. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática en la faja petrolífera del Orinoco



Para los aproximadamente 28.600 km² seleccionados como APPC, conformados en 1.251 UHA, es necesaria la implementación de estrategias destinadas a promover la generación y actualización de información de su biodiversidad, condiciones actuales y amenazas, entre otras, para garantizar la sostenibilidad de estos espacios.

5.1 Unidades priorizadas para la estrategia de conservación

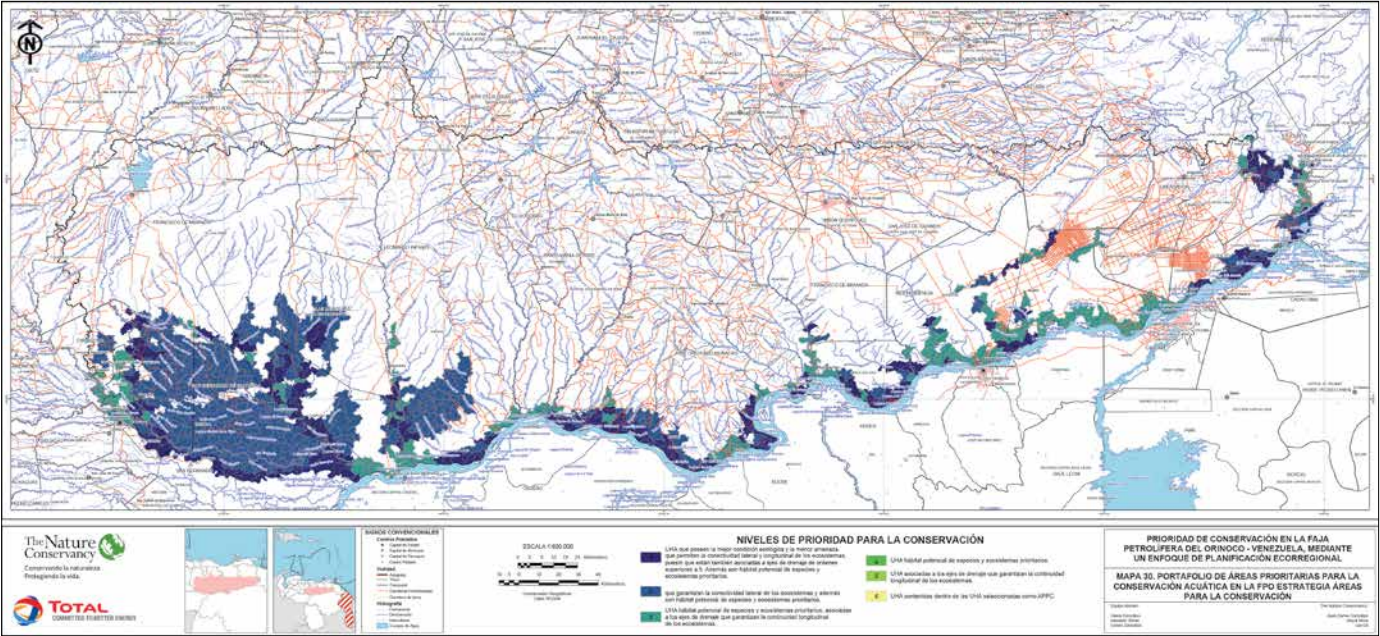
Representan un total de 492 UHA y abarcan 11.300 km² aproximadamente, más del 20% de la superficie total de ecosistemas seleccionados como prioritarios para la FP0, con sus metas alcanzadas. Sin embargo, solo 3 no han alcanzado la meta propuesta del 20% de la cobertura existente. Ecosistemas como el bosque deciduo o caducifolio no ha sido seleccionado debido a su alto grado de intervención; lo mismo ocurre con los bosques ribereños siempreverdes bien drenados y con las sabanas distróficas (ver tabla 11).

Tabla 12. Unidades prioritizadas para la estrategia de conservación contrastadas con el índice de contexto y metas propuestas de conservación

Ecosistemas	Sup. (Km²)	META 20% (Km²)	% de intervención	Sup. APPC (Km²)	Diferencia (Km²)
Bosques deciduos o caducifolios	267,01	53,40	70,22	37,6741	-15,73
Bosques ribereños siempreverdes bien drenados	5.925,11	1.185,02	43,02	981,7695	-203,25
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables	2.728,72	545,74	14,56	2065,0448	1.519,30
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables del río Orinoco	623,57	124,71	12,40	265,464	140,75
Cuerpos de agua asociados al río Orinoco	276,77	55,35	2,75	167,6953	112,34
Herbazales gramínoideos de pantano	371,41	74,28	31,38	163,6427	89,36
Matorrales semisiempreverdes con presencia de cactaceae arborecentes	127,15	25,43	33,26	41,3894	15,96
Matorrales siempreverdes periódicamente inundables por desborde del río Orinoco	935,22	187,04	26,34	530,0659	343,02
Palmares de pantano con mauritia flexuosa en valles coluvio aluviales	457,46	91,49	43,06	101,8111	10,32
Pastizales naturales eutróficos periódicamente inundables	3.586,34	717,27	23,02	1051,4151	334,15
Sabanas distróficas bien drenadas	39.022,57	7.804,51	30,70	4568,3118	-3.236,20
Sabanas distróficas periódicamente inundables	4.247,36	849,47	26,25	1313,3332	463,86

Estas UHA son las que se encuentran en mejor estado de conservación, sin amenazas o amenazas bajas. Ellas permiten mantener la conectividad de los ecosistemas acuáticos y son importantes para la conservación de especies endémicas, para el abastecimiento de agua a las poblaciones locales y son críticas para las pesquerías, fuente de trabajo y de proteína animal para la población local y nacional (ver mapa 30).

Mapa 30. Unidades hidrográficas de análisis seleccionadas en el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y enmarcadas en la estrategia de conservación



5.2 Unidades prioritizadas para manejo

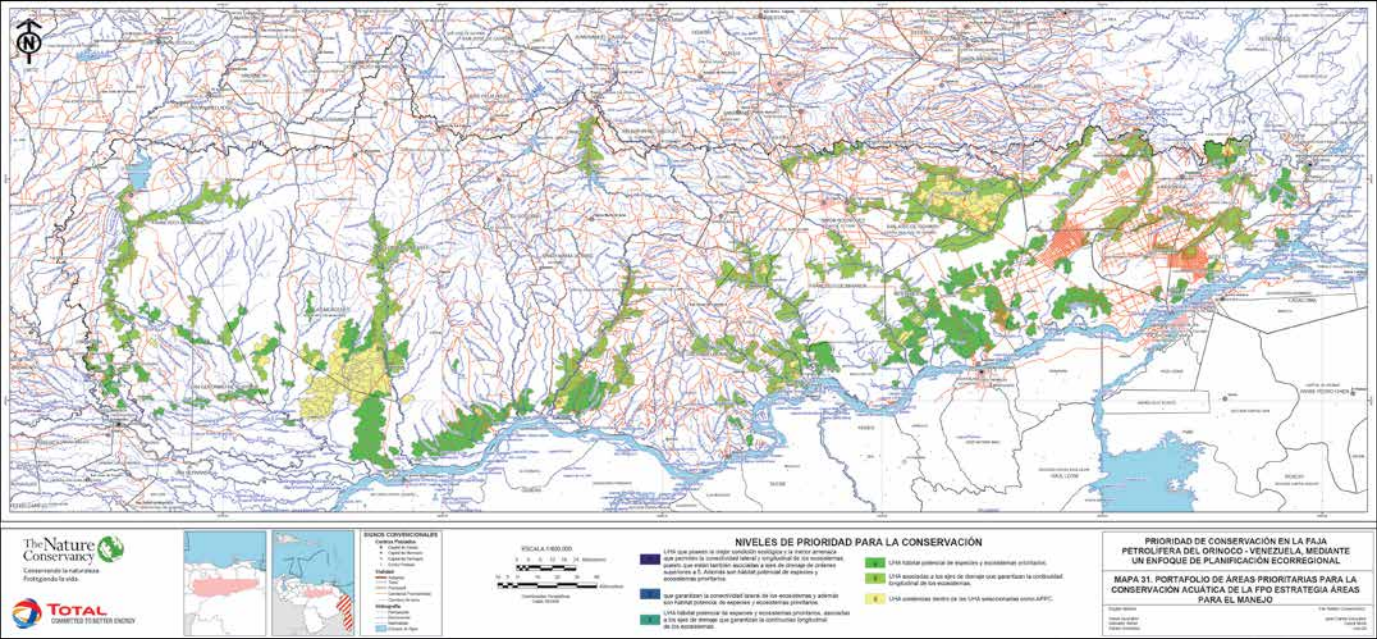
Representan un total de 758 unidades hidrográficas de análisis, que abarcan unos 17.322 km².

Tabla 13. Unidades prioritizadas para la estrategia de conservación contrastadas con el índice de contexto y metas propuestas de conservación

Ecosistemas	Sup. (Km2)	META 20% (Km2)	% de intervención	Sup. APPC (Km2)	Diferencia (Km2)
Bosques deciduos o caducifolios	267,01	53,40	70,22	301,6151	248,21
Bosques ribereños siempreverdes bien drenados	5.925,11	1.185,02	43,02	1908,7334	723,71
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables	2.728,72	545,74	14,56	622,4216	76,68
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables del río orinoco	623,57	124,71	12,40	357,3844	232,67
Cuerpos de agua asociados al río orinoco	276,77	55,35	2,75	297,4625	242,11
Herbazales gramínoideos de pantano	371,41	74,28	31,38	113,6438	39,36
Matorrales semisiempreverdes con presencia de cactaceae arborecentes	127,15	25,43	33,26	67,0979	41,67
Matorrales siempreverdes periódicamente inundables por desborde del río orinoco	935,22	187,04	26,34	370,9395	183,90
Palmares de pantano con mauritia flexuosa en valles coluvio aluviales	457,46	91,49	43,06	141,0615	49,57
Pastizales naturales eutróficos periódicamente inundables	3.586,34	717,27	23,02	940,7274	223,46
Sabanas distróficas bien drenadas	39.022,57	7.804,51	30,70	8508,371	703,86
Sabanas distróficas periódicamente inundables	4.247,36	849,47	26,25	1339,3912	489,92

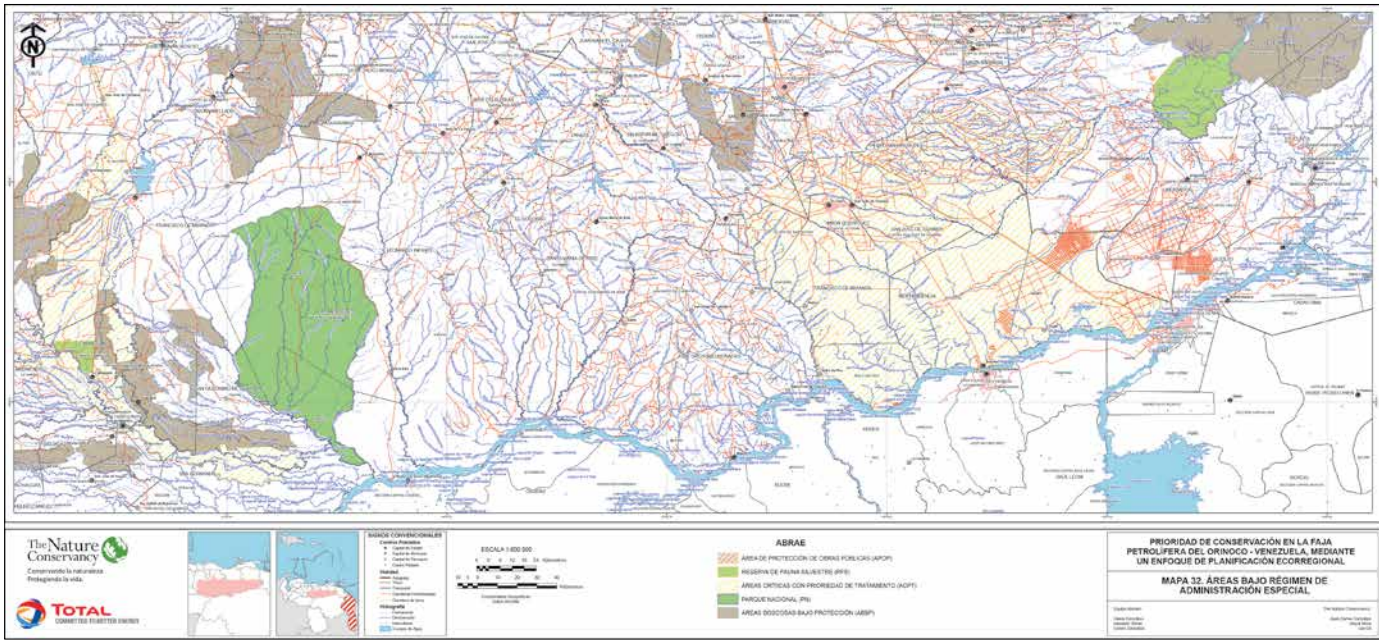
Estas unidades son importantes en términos de conectividad, pero su condición ecológica es variable; poseen grados medio y alto de amenaza y son importantes para el mantenimiento a largo plazo de los ecosistemas acuáticos. Se incluyen, además, un grupo a las unidades que son seleccionadas debido a que se encuentran contenidas dentro de otros UHA previamente seleccionas, y poseen amenazas en su interior. Este grupo requiere acciones para su recuperación (mapa 31).

Mapa 31. Unidades hidrográficas de análisis seleccionadas en el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y enmarcadas en la estrategia de manejo



Existe un exiguo sistema de áreas bajo régimen de administración especial que debe ser el punto de partida de un nuevo plan para la protección de los ecosistemas terrestres y acuáticos en la FPO (ver mapa 32).

Mapa 32. Unidades hidrográficas de análisis seleccionadas en el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y enmarcadas en la estrategia de manejo



5.3 Vacíos de información

Entre los principales vacíos de información identificados se encuentran:

- Falta de datos sobre calidad del agua y sus efectos sobre los organismos acuáticos.
- Limitada información hidrológica.
- Pocos datos sobre estado actual de conservación de las especies acuáticas.
- Poca información sobre los proyectos industriales y agroindustriales propuestos en la FPO.

6. Discusión y conclusiones

La Faja Petrolífera del Orinoco es una de las áreas del país de mayor importancia para el desarrollo de proyectos petroleros y agroindustriales de gran magnitud presentes y futuros. Este sector de los llanos de Venezuela no posee un sistema de áreas protegidas definido, con apenas un Parque Nacional (Aguaro Guariquito), un Refugio de Fauna Silvestre (Esteros de Camaguan). El resto de las ABRAE existentes son figuras de manejo, como: dos áreas boscosas bajo protección y dos áreas críticas con prioridad de tratamiento. Esto ha permitido el desarrollo de diversas actividades antrópicas que se han expandido en desmedro de ecosistemas y hábitats relevantes para la protección del ambiente. La región de los llanos orientales es la más impactada debido a la antigüedad de la explotación petrolera.

El presente trabajo ha permitido recabar y organizar un conjunto de información sobre las principales amenazas para la biodiversidad terrestre y acuática, entre las que destacan las asociadas a las actividades de la industria petrolera, actividades agropecuarias y forestales, y, en particular, aquellas relacionadas con el uso intensivo de las tierras.

La especie *Pinus caribaea var hondurensis* es una arbórea de rápido crecimiento que mantiene sus estomas abiertos durante gran parte del día y pierde por transpiración un volumen importante del agua en el suelo a la atmosfera; además, la disposición espacial de las acículas condiciona que aproximadamente el 20% de la lluvia sea interceptada y evaporada del dosel, mien-

tras que la que infiltra a través de las copas, un 10%, es retenida por la hojarasca acumulada sobre el suelos.

La superficie de siembra de la plantación de *Pinus caribaea var hondurensis* se acercan a las 800 mil hectáreas. Su influencia sobre los ecosistemas de palmares de pantano (morichal) no ha sido estudiada, como tampoco ha sido caracterizada su influencia sobre la recarga anual del acuífero, utilizado adicionalmente por varias ciudades y actividades relacionadas con la agricultura y ganadería intensiva en los llanos orientales. La comprensión científica de los sitios de mayor diversidad, hábitats críticos, y el estado de conservación de los peces en la cuenca del Orinoco es actualmente insuficiente para satisfacer las necesidades de manejo.

Ambos planteamientos evidencian la necesidad de contar con información más detallada sobre los efectos de los distintos usos de la tierra sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres, así como las alternativas para su manejo y recuperación.

Las amenazas presentes pueden causar daño a los ecosistemas acuáticos como las roturas de oleoductos y poliductos en la extensa red de tuberías presentes en la FPO. Algunas de estas amenazas pueden ser mitigadas, reducidas o eliminadas y se requiere de la participación activa del órgano rector de la actividad petrolera en Venezuela (Petróleos de Venezuela, PDVSA) y las distintas compañías socias instaladas en la faja, junto a los diferentes niveles de gobierno, desde el estatal, municipal, parroquial, y comunal, organizaciones locales y ONG. Los procesos de intervención deben considerar los planes de desarrollo y ordenamiento territorial e incluir los criterios de reducción de amenazas hacia los ecosistemas acuáticos.

La definición de las UHA con tamaños que varían entre 9 y 70 km² permite contar con una especialización muy detallada de las amenazas y la condición actual de los ecosistemas, ya que permite seleccionar áreas de acción con base en el concepto de cuencas hidrográficas, que pueden ser manejadas, en forma coordinada, por los diferentes niveles de gobierno y participación, con el apoyo de investigadores de las diferentes universidades regionales.

Como se ha mencionado en este documento, uno de los aspectos más importantes que se debe considerar para la conservación y manejo de los ecosistemas acuáticos, es el mantenimiento de la conectividad longitudinal y lateral de los ríos. En este trabajo se identificó un conjunto de actividades antrópicas asociadas a centros poblados que se emplazan en el plano de inundación del río Orinoco, asociadas a las actividades agrícolas a costa de la vegetación boscosa ribereña adyacente. Entre los centros poblados más importantes se encuentran Cabruta, Las Bonitas, Mapire, Santa Cruz del Orinoco, Soledad, Carapa, Barrancas y Tucupita, los cuales constituyen barreras para el mantenimiento de la conectividad longitudinal del cauce principal del río Orinoco y su planicie de inundación.

Se propone la implementación de mejores prácticas y tecnificación de uso del suelo, la promoción de acuerdos de conservación con particulares o comunidades que posean propiedades en sitios priorizados para conectividad lateral y longitudinal, el fomento de la restauración ecológica de bosques periódicamente inundables, así como la promoción de acuerdos para el establecimiento de programas de educación y participación comunitaria que promuevan la conservación, con pequeños propietarios o comunidades, con especial interés en los niños.

Los resultados de este estudio son una primera aproximación a la definición de áreas prioritarias para la conservación de biodiversidad acuática y terrestre en la FPO. El portafolio espera ser una herramienta que sirva a los tomadores de decisiones, actores locales y gobiernos municipales, de manera que cuenten con elementos para incluir en su planificación la importancia de conservar sitios considerados en este estudio como prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática y terrestre así como el mantenimiento de servicios ambientales aportados por estos.

Se hace imprescindible la divulgación de los resultados de esta investigación a través de las mejores herramientas didácticas actualmente disponibles con la utilización de los diferentes medios de comunicación audiovisual y escritos, de forma tal que los resultados sean transferidos con facilidad impactando a la mayor cantidad posible de usuarios potenciales.

Estrechar las relaciones institucionales con los diferentes actores gubernamentales que permitan que el portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la FPO sea tomado en cuenta en las políticas nacionales para la ordenación y gestión territorio de primerísima importancia.

7. Fuentes citadas y consultadas

7.1 Referencias bibliográficas

Aristeguieta, L. 1968. «El bosque caducifolio seco de los Llanos altos centrales». Bol. Soc. Venez. Ci. Nat. 27 (113-114): 395-438.

Barbarino, A. y D. Taphorn. 1995. *Especies de la pesca deportiva. Una guía de identificación y reglamentación de los peces de agua dulce en Venezuela*. Unellez-Fundación Polar, Caracas.

Barbarino, A. y K. O Winemiller. 2003. «Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela». *Journal of Fish Biology*. 63: 410-427

Barthem, R y M. Goulding. 1997. *The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators*, Columbia University Press, New York. 144 pp.

Barthem, R. y M. Goulding. 2007. *An Unexpected Ecosystem. The Amazon as Revealed by Fisheries. Museu Paraense Emilio Goeldi*, Amazon Conservation Association, Missouri Botanical Garden: Gráfica Biblos.

Bailey, Peter B. 1995. «Undersanding Large River: Floodplain Ecosystems». *BioScience*. 45: 153-158

Baruch, Z., R. B. Jackson. 2005. «Responses of tropical native and invader C4 grasses to water stress, clipping and increa-

sed atmospheric CO₂ concentration». *Oecologia*: 145: 522-532.

Boher B. S. y Ojasti, J. 1985. *Sobre la mastofauna de Anzoátegui Central. 1. Fauna regional*. Resúmenes Convención Anual Aso-Vac. Mérida. pág. 39.

Boher B. S. 1988. «Nuevos registros de distribución de Lutrolina crassicaudata (Desmarest, 1804) en Venezuela». *Trianea*, 1: 111.117.

Boher B.S. 2012. «La nutria gigante. Su situación en Venezuela». *Río Verde*. 12:111-117.

Bourliere, F. y M. Hadley. 1970. «The ecology of Tropical savannas». *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 125-152.

Castillo, O. 1988. *Aspectos biológicos sobre los peces comerciales del bajo llano con énfasis en los bagres (Orden Siluriformes)*. Tesis de Maestría, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 114 pp.

Castillo, O. 1990. *El recurso pesquero en la sub-cuenca del río Apure*. Informe Técnico, Caracas. 3 pp.

D'Antonio C. M, Vitousek P. M. 1992. «Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle and global change». *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:63-87.

Dantas, V de L., J. G. Pausas, M. A. Batalha, P de P. Loiola, M. V. Cianciaruso. 2013. «The role of fire in structuring trait va-

riability in Neotropical savannas». *Oecologia* 171: 487-494.

Escobar, M. D. y D. C. Taphorn. 2006. «Manejo de las poblaciones de bagres Pseudoplatysoma fasciatum y P. tigrinum (Siluriformes, Pimelodidae) del Orinoco, a partir de análisis de variabilidad genética». Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat. 164: 79- 100.

Frost, P. G. H. y F. Robertson. 1987. «The ecological effects of fire in savannas». In: *Determinants of Tropical savannas* (Walker, B.H., ed.), pp. 93-141. IUSB, Paris.

González J.C., Calles J., Santos F. 2013. *Portafolio de unidades hidrográficas para la conservación de biodiversidad en la demarcación hidrográfica del Napo*. Senagua-TNC. Quito-Ecuador.

González, J., R. Ortiz, E. Solórzano, M. Campos, C. Marcano y H. López. 2005. *Distribución y caracterización de especies del grupo de Tilapias (Oreochromis spp.) y Petenia (Caquetaia kraussii) en ecosistemas naturales en la zona occidental de Venezuela*. *Zootecnia Tropical* 23(4):447-464.

González, V. 1987a. *Los morichales de los Llanos orientales Un enfoque ecológico*. Ediciones Corpoven. Caracas. 56 pp.

González, V. 1987b. «Bases para el diseño de medidas de mitigación y control de las cuencas hidrográficas de los ríos Caris y

Pao. Estado Anzoátegui». Tomo IV. *Ecosistema Morichal*. UCV. Meneven IZT. Caracas.111 pp.

González, V. 1998. «La vegetación de la planicie de inundación de la margen izquierda de un sector del bajo Orinoco». En: López, J., Saavedra, I. y Dubois, M. (Eds.) *El río Orinoco: aprovechamiento sustentable*, pp. 55-68. Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

González, V. 2003. «Los bosques secos de Venezuela» en: Aguilera, M.; Azócar, A.; González Jiménez, E. (Editores). *Biodiversidad en Venezuela* Tomo II pp. 735-744. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fonacit. Caracas.

González, V. 2009a. *El control de derrames de petróleo en el subsistema lótico y terrestre del ecosistema morichal (palmares de pantano de Mauritia flexuosa) en los Llanos orientales de Venezuela*. Intevep. PDVSA. Los Teques. 99 pp.

González, V. 2009b. *Estructura funcionamiento y dinámica de los morichales de los Llanos orientales de Venezuela*. Intevep, PDVSA. Los Teques. 112 pp.

González, V., M. Pietrangeli, M. Gutiérrez, S. Rodríguez, G. De Martino, M. Rengifo, R. Durán 2011. «Vegetación y uso de la Tierra». En: M. Gutiérrez Angulo, J. L. Berroteran (Eds.) *Evaluación de los sistemas ecológicos de la Faja Petrolífera del Orinoco como base para la ordenación territorial*, Capítulo 5, pp 1-246. Editorial G. Buenaño, Caracas.

González, V y Rial, A. 2011. «Las comunidades de Morichal en los Llanos orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcio-

namiento», pp. 125-146. En C. A. Lasso, A. Rial, C. L. Matallana, W. Ramírez, J. S. Señaris, A. Díaz Pulido, G. Corzo y A. Machado Allison (Eds). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sustentable*.

Goulding M. 1980. *The Fishes and the Forest*. University of California Press, Berkeley, California.

Grime, J. P. 2006. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystems Properties*. Second Edition. John Wiley & Sons, New York.

Groves, C., Valutis, L., Vosick, D., Neely, B., Wheaton, K., Touval, J., Runnels, B. 2000. *Designing Geography of Hope: a Practitioners Handbook for Ecoregional Conservation Planning*. The Nature Conservancy, Washington, D. C.

Holmgren, M., M. Scheffer, E. Ecurra, J. R. Gutiérrez, G. M. J. Mohren. 2001. «El Niño Effects on the dynamics of terrestrial Ecosystems». *Trends in Ecology & Evolution* 16(2): 89-94.

Junk, W. J., P. B. Bayley, and R. E. Sparks. 1989. «The flood pulse concept in river-floodplain systems». In D.P. Dodge [Ed.] *Proceedings of the International Large River Symposium* pp. 110-127. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106.

Junk, W. J., M. T. F. Piedade. 2010. «An Introduction to South America Wetland Forest: Distribution, Definitions and General Characterizations». In: W. J. Junk, F. Wittmann, P. Parolin, M. T. F. Piedade, J. Schongart (Eds.) *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*, pp. 3-26. Springer Verlag, New York.

Knapp, A.K. y E. Medina. 1999. «Success of C4 photosynthesis in the field: lessons from

communities dominated by C4 plants». In: *C4 Plant Biology* (Sage, R.F. & R.K. Monson, eds.), pp. 251-284. Academic Press. San Diego.

Lasso, C., D. Lew, D. Taphorn, Do C. Nascimento, O. Lasso-Alcalá, F. Provenzano, A. Machado-Allison 2004. «Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas». *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 159-160: 105-195.

Lewis, W. M. Jr., Hamilton, S. K., Saunders, J. F. III, 1995. «Rivers of Northern South America». In: C. Cushings, K. Cummins, G. W. Minshall (Eds.), *River and Stream Ecosystems*, pp. 219-256. University of California Press, Berkeley, California.

Lewis, W. M. Jr., Hamilton, S. K., Lasi, M. A., Rodríguez, M. A., Saunders, J. F. III, 2000. «Ecological determinism on the Orinoco floodplain». *BioScience*. 50: 681-692.

Lewis, W. M. Jr., Hamilton, S. K., Rodríguez, M. A., Saunders, J. F. III, Lasi, M., 2001. «Food-web analysis of the Orinoco floodplain based on production estimates and stable isotope data». *Journal of the North American Benthological Society* 20, 241-254.

Lowe-McConnell R. H. 1975. *Fish communities in tropical freshwaters*. Longman, London.

Lowe-McConnell R. H. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, London.

Machado-Allison A. 2005. *Los peces de los Llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural*. 3ª ed. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Mago, F., P. Nass y O. Castillo. 1986. *Larvas juveniles y adultos de bagres de la familia Pimelodidae (Teleostei, Siluriformes) de Venezuela*. Informe final, Conicit, Proyecto S1-1500, Caracas. 168 pp.

Naiman, R. J., N. Décamps, M. E. McClain. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. Elsevier/Academic Press, New York.

Nelson, J. 1984. *Fishes of the World*. Second Edition, Wiley & Sons. New York.

Novoa, D. 1982. *Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación*. Corporación Venezolana de Guayana. Editorial Arte. Caracas, Venezuela.

Nilsson, C., R. L. Brown, R. Jansson, D. M. Merritt. 2010. «The role of hydrochory in structuring riparian and wetland vegetation». *Biological Reviews* 85(4): 837-858

Novoa, D. 1990. «El río Orinoco y sus pesquerías: estado actual, perspectivas futuras y las investigaciones necesarias». pp. 387-406. En F. H. Weibezahn, H. Alvarez y W. M. Lewis, Jr. (Editores). *El río Orinoco como ecosistema*. Editorial Galac, S. A. Venezuela. 430 pp.

Oliveira-Wittmann, A., M. T. F. Piedade, P. Parolin, F. Wittmann. 2007. «Germination in four low-várzea tree species of Central Amazonia». *Aquatic Botany* 86, 197-203.

Parolin, P., F. Wittmann, J. Schongart. 2010a. «Tree Phenology in Amazonian Floodplain Forests». In: W. J. Junk, F. Wittmann, P. Parolin, M. T. F. Piedade, J. Schongart (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*, pp. 105-126. Springer Verlag, New York.

Parsons, J. J. 1972. «Spread of African grasses to the American tropics». *Journal of Range Management* 25: 12-17.

Ponte, V., A. Machado-Allison, C. Lasso. 1999. «La ictiofauna del delta del río Orinoco, Venezuela: una aproximación a su diversidad». *Acta. Biol. Venez.* 19: 25-46.

Parolin, P., D. Waldhoff, M. T. T. Piedade. 2010b. «Fruit and Seed Chemistry, Biomass and Dispersal». In: W. J. Junk, F. Wittmann, P. Parolin, M. T. F. Piedade, J. Schongart (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*, pp. 259-280. Springer Verlag, New York.

Putz, F. E. y N. M. Holbrook. 1989. «Strangler figs rooting and nutrient relations in the Llanos of Venezuela habitats». *American Journal of Botany* 76 (6): 781- 788.

Rodríguez, M. A., y W. M. Jr. Lewis. 1990. «Diversity and species composition of fish communities of Orinoco floodplain lakes». *National Geographic Research* 6, 319-328.

Rodríguez, M. A., y W. M. Jr. Lewis. 1994. «Regulation and stability in fish assemblages of neotropical floodplain lakes». *Oecologia* 99: 166-180.

Rodríguez, M. A., W. M. Jr. Lewis. 1997. «Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River». *Ecological Monographs* 67, 109-128.

Rodríguez, M. A., K. O. Wine-miller W. M. Lewis, Jr., D. C. Taphorn Baechle. 2007. The freshwater habitats, fishes, and fisheries of the Orinoco River basin Aquatic Ecosystem Health and Management 10:140-152.

Reid S. 1983. «La biología de los bagres rayados Pseudoplatystoma fasciatum y Pseudoplatystoma tigrinum en la cuenca del río Apure, Venezuela». *Rev. Unellez Cienc. Tecnol.* 1(1): 13-41.

Royero R, y C. Lasso. 1992. «Distribución geográfica actual de la mojarra de río Caquetia kraussii (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: un ejemplo del problema de la introducción de especies». *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 52: 163-180.

Sarmiento, G. 1984. *The ecology of Neotropical Savannas*. Harvard University Press.

Willis, S. C., Winemiller, K. O., López-Fernández, H., 2005. «Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river». *Oecologia* 142: 284-295.

Seijas, E. S. 2011. «Los Crocodylia de Venezuela: ecología y Conservación». Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas: Venezuela. 279 pp.

Taphorn, D., R. Royero, A. Machado-Allison y F. Mago-Lecia. 1997. «Lista actualizada de los peces de agua dulce de Venezuela», pp. 55-100. En: La Marca, E. (Ed.), *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela*. Serie Catálogo Zoológico de Venezuela. Vol. 1. Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida, Venezuela.

Téllez, P., P. Petry, et al. 2011. *Portafolio de Conservación de agua dulce para la cuenca del Magdalena-Cauca. Colombia*. Programa Nasca-The Nature conservancy y Cormagdalena.

Vegas-Villarrubia, T., J. Paulini, R. Herrera 1988. «A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela». *Arch. Hydrobiol.* 111: 491-506.

Vieira, D. L. M. y A. Scariot. 2006. *Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration Ecology* 14(1): 11-20.

Welcomme R. L. 1979 *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Prentice Hall Press. London, RU. 279 pp

Welcomme R. L. 1990. «Status of fisheries in South American rivers». *Interciencia* 15: 337-34561.

Welcomme R. L. 1992. *Pesca fluvial*. Doc. Técn. de Pesca N° 262. FAO. Roma, Italia. 303 pp.

Weibezhan, F. H., Alvarez, H., Lewis, W. M. Jr., (Eds.), 1990. *The Orinoco River as an ecosystem*. Impresos Rubel, Caracas, Venezuela.

Welcomme, R. 1985. «River fisheries». FAO. *Fisheries Technical Paper*, 262: 1-130.

Willis, S. C., Winemiller, K. O., López-Fernández, H., 2005. «Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river». *Oecologia* 142: 284-295.

Wittmann, F., J. Schongart, W. L. Junk. 2010. «Phytogeography, Species Diversity, Community Structure and Dynamics of Central Amazonian Floodplain Forests». In: W. J. Junk, F. Wittmann, P. Parolin, M. T. F. Piedade, J. Schongart (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*, pp. 62-102. Springer Verlag, New York.

Zinck, A y P. L. Urriola. 1970. *Origen y evolución de la formación Mesa, un enfoque edafológico*. M. O. P. División de Edafología. Barcelona.

8.2 Enlaces Internet

www.gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp

Agencia Aeroespacial Japonesa.

www.ine.gov.ve/

Instituto de Nacional de Estadística.

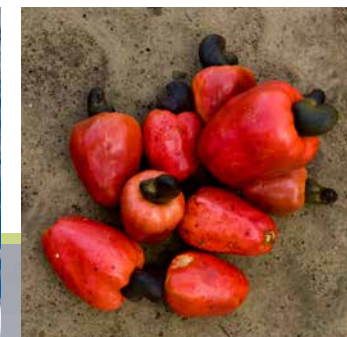
www.igvsb.gob.ve/

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar

http://www.diversidadbiologica.info.ve/biblioteca/B100000048.pdf

Leonardo Sotomayor
Juan Carlos González T.
Lila Gil

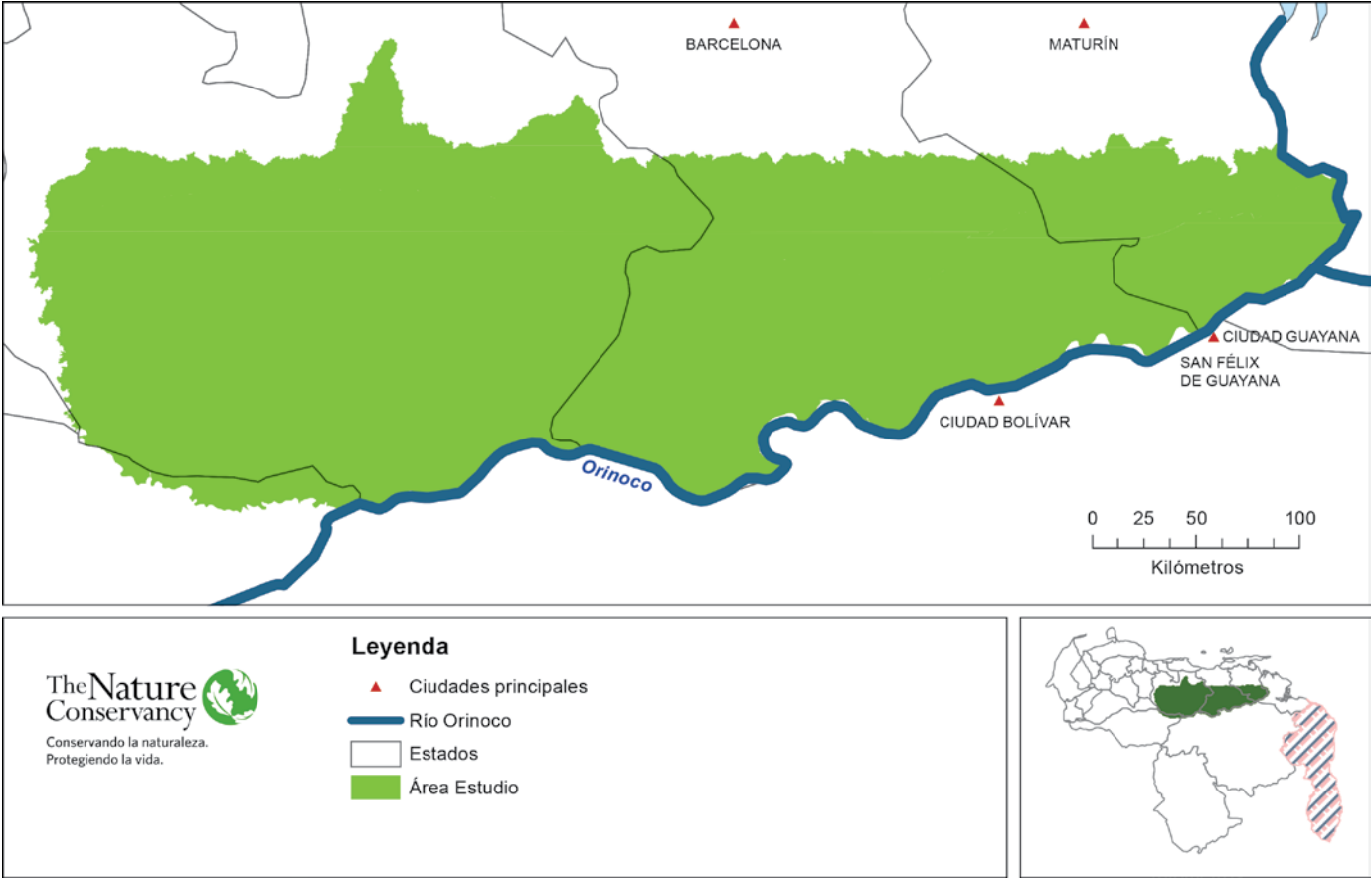
DEFINICIÓN DE SITIOS
PRIORITARIOS DE
**CONSERVACIÓN DE
ECOSISTEMAS
TERRESTRES**
EN LA
FAJA PETROLÍFERA
DEL ORINOCO



1. Introducción

Este estudio hace una evaluación de los potenciales impactos en los sistemas ecológicos del área de influencia de las cuencas de la ribera norte del río Orinoco, principalmente en los estados Guárico, Anzoátegui y Monagas. Evalúa los sistemas ecológicos terrestres representados por 64 tipos vegetacionales (González, González y Boher, 2013a), calcula las metas de conservación de cada tipo de vegetación, representa las principales amenazas a la biodiversidad en una superficie de riesgo y optimiza toda esta información en un portafolio de sitios que representan las mejores opciones para conservar todos los ecosistemas, dadas sus metas y evitar las áreas de alta amenaza. El **mapa 33** muestra el contexto del área de estudio que cubre aproximadamente 8.1 millones de hectáreas.

Mapa 33. Área de estudio



Fuente: González, González y Boher, 2013b

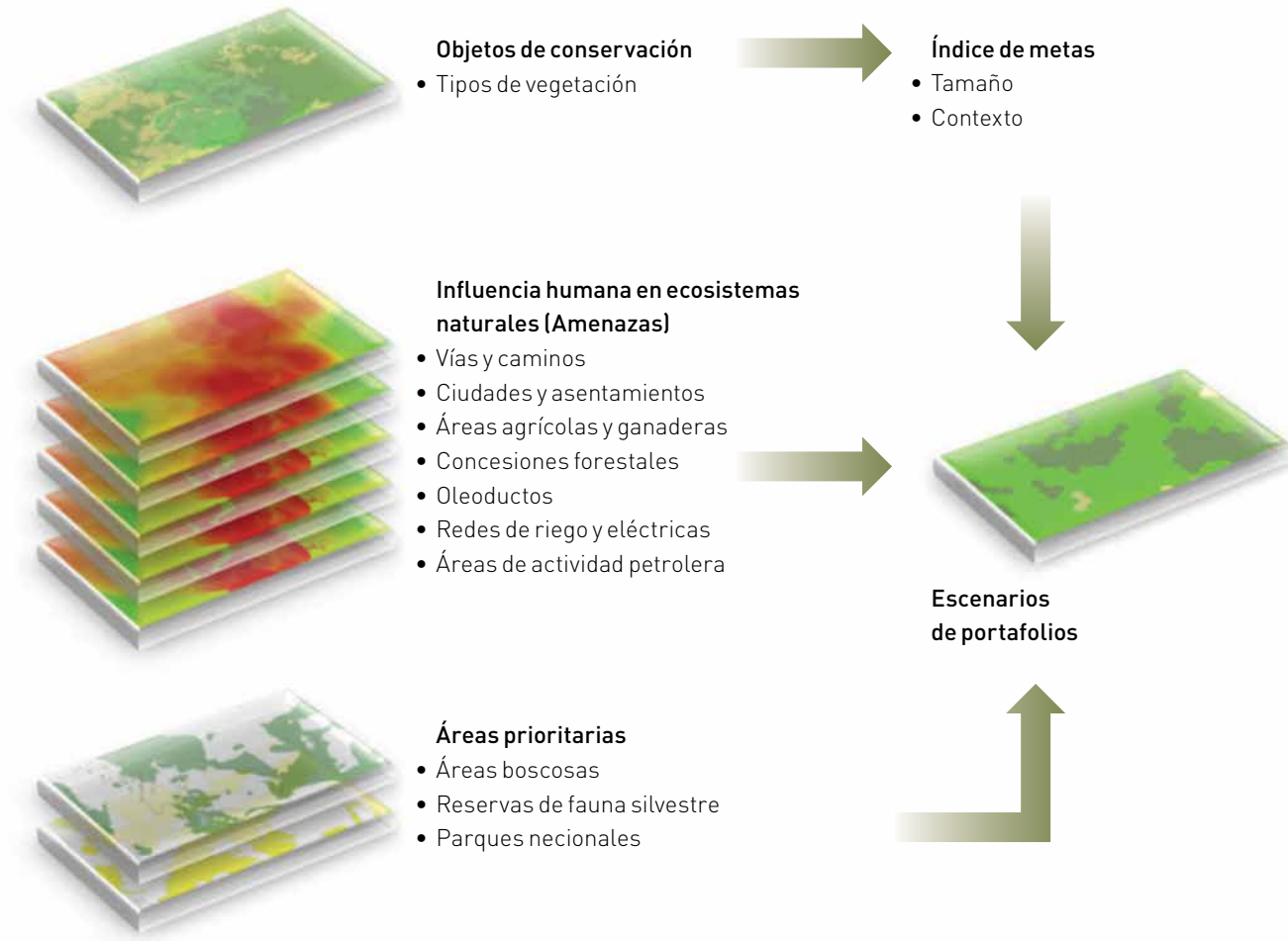
Este estudio primero ofrece una evaluación de los impactos que afectarían a la biodiversidad (representada en sistemas ecológicos) por amenazas actuales. Segundo, se presenta un escenario de metas de conservación para el área de estudio, basado en condiciones ecológicas. Tercero, se muestran escenarios de portafolios de conservación basados en las mejores condiciones ecológicas y usando las metas para cada sistema ecológico.

2. Métodos

El trabajo emprendido por *Heiner et al.* (2011) en los pastizales de las altas planicies de Mongolia es un buen modelo a seguir para crear los escenarios de portafolios de conservación. Se tomaron los métodos descritos en este ejercicio para replicarlos en el área de estudio, y se modificaron algunos parámetros, por la falta de datos en algunos casos, o por la falta de aplicabilidad, en otros.

Siguiendo la metodología, se compilaron capas de amenazas a la conservación, se tomaron elementos de biodiversidad (tipos de vegetación), se prepararon metas de representación, se evaluaron las áreas protegidas, y se realizó una optimización del portafolio utilizando la herramienta Marxan (Possingham, Ball & Watts, 2009). Se puede resumir el proceso metodológico con la **figura 2**.

Figura 2. Metodología



2.1 Objetos de conservación

El primer paso de todo ejercicio de planificación para la conservación de la biodiversidad es identificar los objetos de conservación (OdC). Los OdC son elementos de biodiversidad que buscamos preservar en un sistema de áreas de conservación (Groves, 2010). Estudios convencionales de planificación utilizan datos de especies, comunidades, ecosistemas, inclusive datos culturales y humanos. En este caso solamente utilizamos datos de sistemas de vegetación. Para el área de estudio, inicialmente tenemos un mapa con 64 tipos de vegetación compuestos principalmente de bosques y sabanas (**tabla 14 y figura 3**).

Tabla 14. Tipos de vegetación analizados

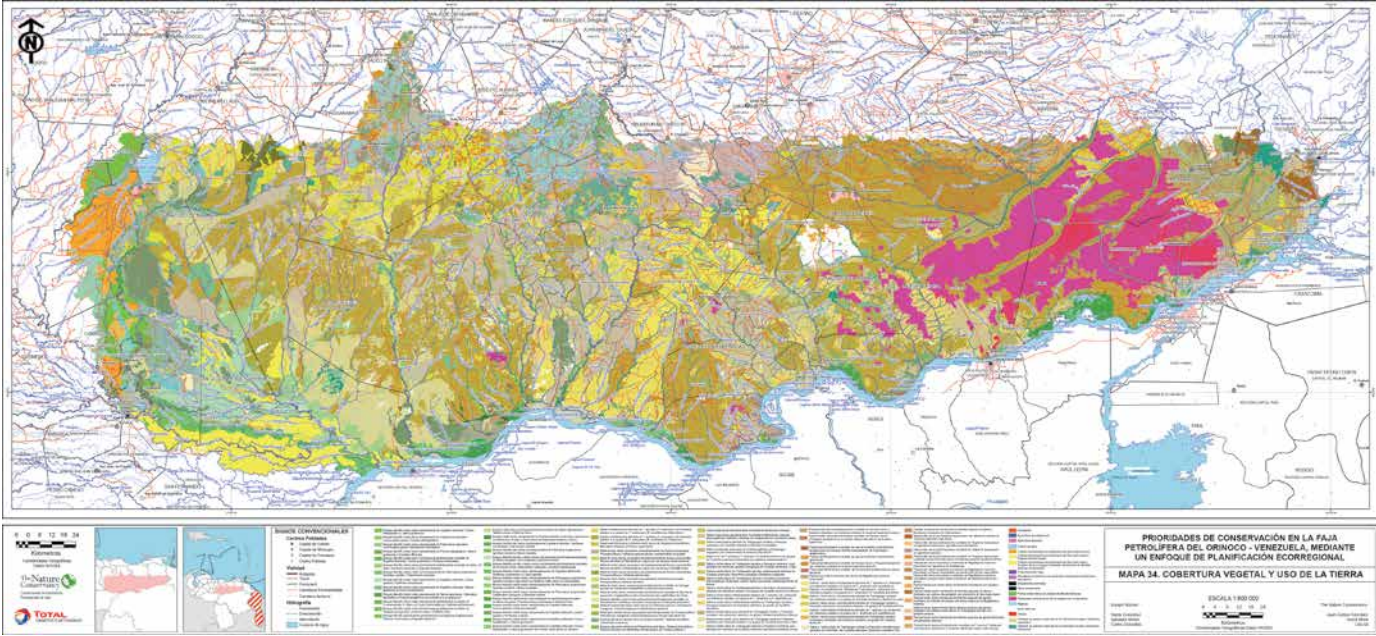
Tipo de vegetación natural	Área en hectáreas
Bosque bajo denso deciduo de <i>Lonchocarpus fendleri</i> , <i>Tabebuia serratifolia</i> y <i>Bourreria cumanensis</i>	4,360
Bosque bajo denso deciduo de <i>Platymiscium pinnatum</i> , <i>Tabebuia chrysantha</i> y <i>Bursera simaruba</i> con matorrales medios densos de <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Chloroleucon mangense</i> y <i>Acacia farnesiana</i>	22,341
Bosque medio denso siempreverde de <i>Piranhea trifoliata</i> y <i>Homalium racemosum</i> con matorrales de bajo a medio denso de <i>Ruprechtia tenuiflora</i> y <i>Symmeria paniculata</i> periódicamente inundables	62,357
Bosque ribereño alto denso siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Geoffroea surinamensis</i> e <i>Hymenaea courbaril</i>	17,250
Bosque ribereño alto medio semisiempreverde de <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Albizia niopoides</i>	71,362
Bosque ribereño de alto a medio denso siempreverde periódicamente uninuble de <i>Albizia niopoides</i> , <i>Hura crepitans</i> y <i>Spondias mombin</i>	63,176
Bosque ribereño de alto a medio denso siempreverde periódicamente inundable de <i>Ascomium nitens</i> , <i>Macrolobium multijugum</i> y <i>Vochysia venezuelana</i>	122,697
Bosque ribereño md siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Protium heptaphyllum</i> y <i>Tapirira guianensis</i> con palmar medio denso de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i> y bosque alto denso siempreverde de pantano de <i>Virola surinamensis</i> y <i>Symphonia globulifera</i>	40,433
Bosque ribereño medio denso semisiempreverde de <i>Copaifera officininalis</i> , <i>Geoffroea surinamensis</i> y <i>Licania apetala</i>	33,537
Bosque ribereño medio denso semisiempreverde de <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Spondia mombin</i> e <i>Inga edulis</i> con matorral medio denso de <i>Chloroleucon mangense</i> , <i>Casearia arborea</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i>	74,999
Bosque ribereño medio denso semisiempreverde de <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Spondias mombim</i> y <i>Albizia niopoides</i>	48,099
Bosque ribereño medio denso semisiempreverde de <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Zanthoxylum caribaeum</i> y <i>Spondias mombin</i>	16,258
Bosque ribereño medio denso semisiempreverde periódicamente inundable de <i>Albizia niopoides</i> , <i>Pseudosamanea guachapele</i> y <i>Erythrina fusca</i>	10,723
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Licania apetala</i> e <i>Himenaea courbaril</i>	23,994
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Licania apetala</i> e <i>Hymenaea courbaril</i>	45,205
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Protium heptaphyllum</i> y <i>Tapirira guianensis</i>	454
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Protium heptaphyllum</i> y <i>Tapirira guienensis</i>	85,748
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Platymiscium pinnatum</i> , <i>Lonchocarpus pictus</i> y <i>Piscidia carthagenensis</i>	2,544
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Platymiscium pynnatum</i> , <i>Lonchocarpun pictus</i> y <i>Machaerium robiniifolium</i>	5,158
Bosque ribereño medio denso siempreverde de <i>Protium heptaphyllum</i> , <i>Tapirira guienensis</i> y <i>Copaifera officinalis</i>	9,728
Bosque ribereño medio denso siempreverde periódicamente inundable de <i>Duguetia riberensis</i> , <i>Toulicia guienensis</i> y <i>Vochysia venezuelana</i>	34,835
Bosque ribereño medio denso siempreverde periódicamente inundable de <i>Etaballia dubia</i> , <i>Symmeria paniculata</i> y <i>Duguetia riberensis</i>	1,372
Bosque ribereño medio medio semisiempreverde de <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Platymiscium pinnatum</i>	74,024

Bosque ribereño medio medio siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> , <i>Licania apetala</i> y <i>Geoffroea surinamensis</i>	11,963
Bosque ribereño medio medio siempreverde de <i>Tapirira guienensis</i> , <i>Cyrtocarpa velutinifolia</i> y <i>Protium heptaphillum</i> con individuos o en grupos d e la palma <i>Mauritia flexuosa</i>	863
Bosque ribereño medio medio siempreverde periódicamente inundable de <i>V. venezuelana</i> , <i>A. nitens</i> y <i>E. dubia</i> interrumpido por sabanas periódicamente inundables de <i>Mesosetum chaseae</i> con individuos arbóreos de <i>C. llanorum</i> y <i>A. nitens</i>	19,215
Bosque ribereño medio medio siempreverde periódicamente inundable de <i>V. venezuelana</i> , <i>A. nitens</i> y <i>E. dubia</i> interrumpido por sabanas periódicamente inundables de <i>Mesosetumchaseae</i> interrumpida por individuos arboreos de <i>C. llanorum</i> y <i>A. nitens</i>	9
Bosque ribereño medio medio siempreverde periodicamente inundable de <i>Vochysia venezuelana</i> , <i>Acomium nitens</i> y <i>Etaballia dubia</i>	29,543
Bosque ribereño siempreverde periódicamente inundable de <i>Etaballia dubia</i> , <i>Vochysia venezuelana</i> y <i>Duguetia riberensis</i>	10,517
Cuerpo de agua asociado al río Orinoco	27,677
Herbazal de pantano medio denso de <i>Eleocharis mutata</i> y <i>Eleocharis interstincta</i>	37,141
Matorral medio denso siempreverde periódicamente inundable de <i>Tachigali guianensis</i> , <i>Combretum frangulifolium</i> y <i>Symmeria paniculata</i>	6,818
Matorral medio denso siempreverde periódicamente inundable de <i>Symmeria paniculata</i> , <i>Calyptranthes pullei</i> y <i>Pseudonomomis umbellulifera</i> con pastizales inundables de <i>Paspalum repens</i> y <i>Echinochloa polystachya</i>	55,223
Matorral ribereño medio denso siempreverde periódicamente inundable de <i>Hecatostemun completus</i> , <i>Connarus venezuelanus</i> y <i>Crescentia amazonica</i>	22,615
Matorral semisiempreverde medio denso de <i>Piptadenia oblicua</i> , <i>Chloroleucon mangense</i> , <i>Cereus hexagonus</i> y <i>Subpilocereus repandus</i>	12,714
Palmar medio denso de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i>	45,746
Pastizal medio denso periódicamente inundable de <i>Panicum laxum</i> y <i>Paspalum plicatulum</i> con individuos aislados de la palma <i>Copernicia tectorum</i>	25,433
Pastizal medio denso periódicamente inundable de <i>Panicum laxum</i> y <i>Paspalum plicatulum</i> con un estrato arbóreo discontinuo de la palma <i>Copernicia tectorum</i>	32,864
Pastizal periódicamente inundable de <i>Hymenachne amplexicaulis</i> y <i>Leersia hexandra</i>	176,803
Pastizal periódicamente inundable de <i>Leersia hexandra</i> e <i>Hymenachne amplexicaulis</i> con bosque ribereño siempreverde de <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Albizia niopoides</i>	3,786
Pastizal periódicamente inundable de <i>Leersia hexandra</i> e <i>Hymenachne aplexicaulis</i>	74,928
Pastizal periódicamente inundable de <i>Panicum laxum</i> y <i>Paspalum plicatulum</i> con individuos aislados de la palma <i>Copernicia tectorum</i>	44,601
Sabana md medianamente arbolada de <i>T. spicatus</i> y <i>A. canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>C. americana</i> y <i>B. crassifolia</i> que limitan con ejes de drenaje con la presencia de individuos aislados o en grupos de la palma <i>Mauritia flexuosa</i>	348,688
Sabana media densa medianamente arbolada de <i>Trachypogon spicatus</i> con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i> con bosque medio denso siempreverde de <i>Copaifera officinalis</i> e <i>Hymenaea courbaril</i>	30,134
Sabana media densa medianamente arbolada de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Axonopus canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i>	21,421

Sabana media densa medianamente arbolada de <i>T. spicatus</i> y <i>A. canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>C. americana</i> y <i>B. crassifolia</i> con palmares medios densos de <i>Mauritia flexuosa</i> en fondos de valle con extraccion de hidrocarburos	37,240
Sabana media densa medianamente arbolada de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Axonopus canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i> y extracción de hidrocarburos	100,565
Sabana media media de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Paspalum carinatum</i> poco arbolada con individuos de <i>Curatella americana</i> , <i>Byrsonima crassifolia</i> y <i>Roupala montana</i> con extracción de hidrocarburos	3,824
Sabana baja densa periódicamente inundable de <i>Mesosetum chaseae</i>	58,255
Sabana baja densa periódicamente inundable de <i>Mesosetum chaseae</i> interrumpida por individuos arboreos de <i>Caraipa llanorum</i> y <i>Acomium nitens</i>	341,729
Sabana densamente arbolada de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Axonopus canescens</i> con <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i>	319,715
Sabana inarbolada secundaria de <i>Aristida capillacea</i> y <i>Andropogon angustatus</i> por mantenimiento de líneas de alta tensión	18
Sabana md de <i>T. spicatus</i> y <i>P. carinatum</i> e individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> interrumpida por vallecitos coluvioaluviales con la presencia de un bosque bajo denso deciduo de <i>Tabebuia billbergii</i> , <i>Caesalpinea coriaria</i> y <i>Vitex cymosa</i>	5,053
Sabana media densa de <i>Trachipogon spicatus</i> y <i>Axonopus canecens</i> poco arbolada con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i> ; ganadería extensiva	12
Sabana media densa de <i>Trachypogon spicatus</i> medianamente arbolada de <i>Curatella americana</i> , <i>Byrsonima crassifolia</i> y <i>Bowdichia virgilioides</i>	177,351
Sabana media densa de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Axonopus canescens</i> interrumpida por matorrales medios densos secundario semisiempreverde de <i>Acacia macracantha</i> , <i>Mimosa tenuiflora</i> y <i>Pithecellobium unguis-cati</i> con ganadería extensiva	432
Sabana media densa de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Axonopus canescens</i> poco arbolada con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i> con ganadería extensiva y extracción de hidrocarburos	22
Sabana media densa medianamente arbolada de <i>T. spicatus</i> y <i>A. canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>C. americana</i> y <i>B. crassifolia</i> con palmares medios densos de <i>Mauritia flexuosa</i> en los fondos de valle	74,919
Sabana media densa medianamente arbolada de <i>T. spicatus</i> y <i>A. canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>C. americana</i> y <i>B. crassifolia</i> que limita con ejes de drenaje con un bosque ribereño siempreverde de <i>Protium heptaphyllum</i> y <i>Tapirira guianensis</i>	44,560
Sabana media densa medianamente arbolada de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Axonopus canescens</i> con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i>	195,764
Sabana media densa poco arbolada de <i>Trachypogon vestitus</i> y <i>Paspalum carinatum</i> con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i>	225,416
Sabana media media poco arbolada de <i>Trachypogon vestitus</i> y <i>Paspalum carinatum</i> con individuos aislados o en grupos de <i>Curatella americana</i> y <i>Byrsonima crassifolia</i> y extracción de hidrocarburos	17,513
Sabana media media de <i>Trachypogon spicatus</i> y <i>Paspalum carinatum</i> poco arbolada con individuos de <i>Curatella americana</i> , <i>Byrsonima crassifolia</i> y <i>Roupala montana</i>	1,734,354
Sabana periódicamente inundable medio denso de <i>Sorghastrum parviflorum</i> , <i>Mesosetum chaseae</i> y <i>Panicum cayennense</i>	24,752

Fuente: González, González y Boher, 2013a

Mapa 34 . Tipos de vegetación



Elaborado por González, González y Boher, 2013a

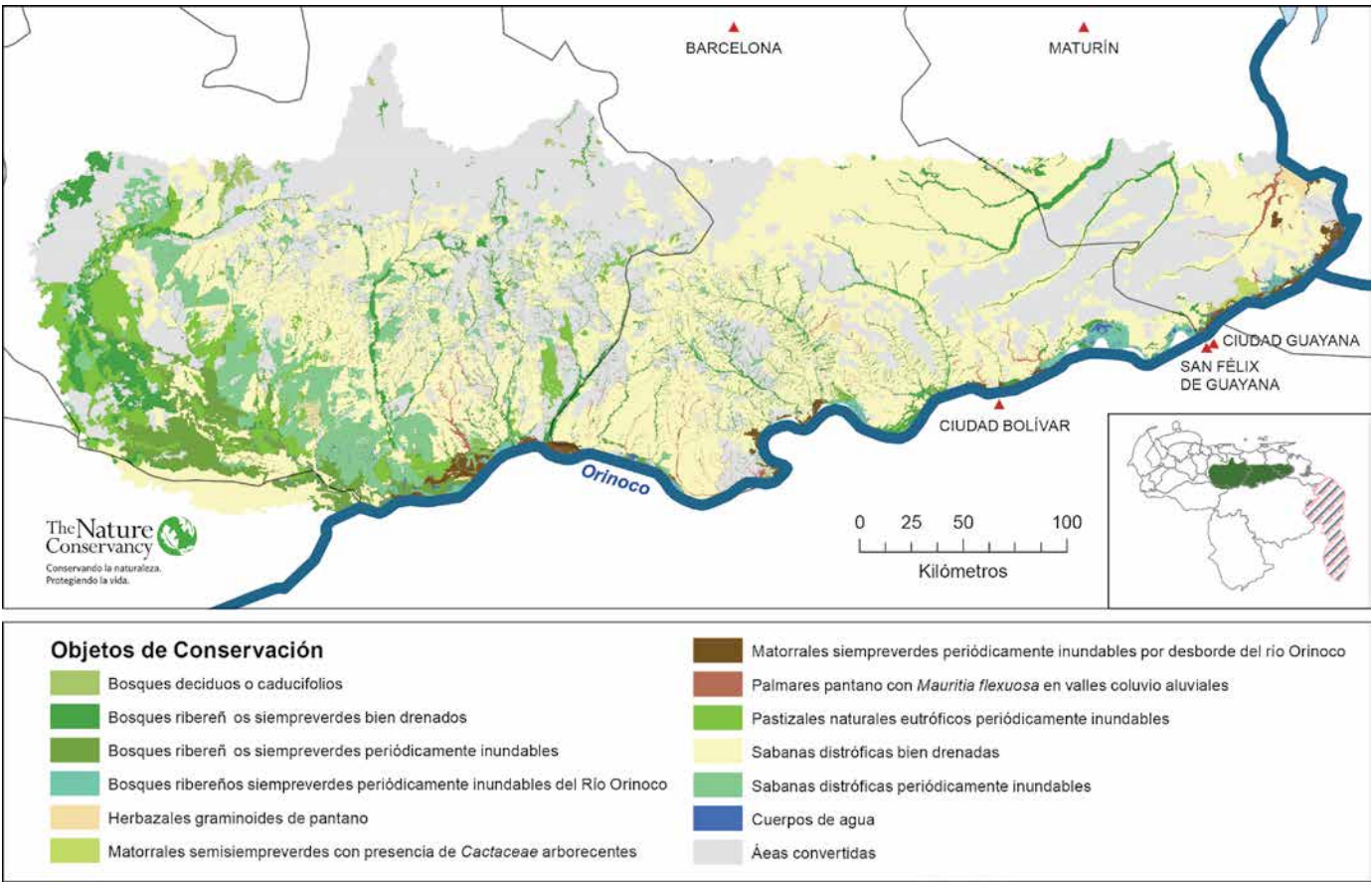
Para obtener una capa más consistente en términos de objetos de conservación, el equipo de trabajo resolvió agrupar los tipos de vegetación para tener una lista más compacta y fácil de trabajar. El resultado de la agrupación resulta en 12 objetos de conservación y se muestra en la **tabla 15** y el **mapa 35**.

Tabla 15. Agrupación de tipos de vegetación en objetos de conservación

Ecosistemas (Objetos de conservación)	Área en hectáreas
Bosques deciduos o caducifolios	26,701
Bosques ribereños siempreverdes bien drenados	592,511
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables	273,055
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables del río Orinoco	62,357
Herbazales gramínoides de pantano	37,141
Matorrales semisiempreverdes con presencia de Cactaceae arborecentes	12,714
Matorrales siempreverdes periódicamente inundables por desborde del río Orinoco	91,517
Palmares de pantano con <i>Mauritia flexuosa</i> en valles coluvio aluviales	45,746
Pastizales naturales eutróficos periódicamente inundables	300,118
Sabanas distróficas bien drenadas	3,902,130
Sabanas distróficas periódicamente inundables	424,736
Cuerpos de agua	22,197

Fuente: González, González y Boher, 2013a

Mapa 35. Agrupación de tipos de vegetación en objetos de conservación



Fuente: González, González y Boher, 2013a

2.2. Influencia humana en ecosistemas naturales (riesgo ambiental)

Para obtener una capa que resume las actividades humanas en el área de estudio, se compiló los datos de infraestructura, uso de suelo, entre otros. Para crear un índice de riesgo ambiental (amenazas) se utilizó el *software* Protected Area Tools (Schill & Raber, 2012), el cual crea una capa sumada, basada en los datos de entrada y variables de influencia. Los datos utilizados y sus factores de influencia se listan en la **tabla 16**.

Tabla 16. Datos actuales usados en análisis de riesgo ambiental

Actividad humana	Intensidad	Distancia de influencia (metros)	Curva	Peso
Población ¹	100	10000	Convex	1
Vías y caminos ²	100	5000	Convex	1
Agricultura extensiva ³	50	5000	Convex	1
Agricultura intensiva ⁴	100	5000	Convex	1
Áreas de riego ⁵	100	5000	Convex	1
Red eléctrica ⁶	100	5000	Convex	1
Red eléctrica propuesta ⁷	100	5000	Convex	1
Concesiones forestales ⁸	50	5000	Convex	1
Ganadería extensiva ⁹	50	5000	Convex	1
Ganadería intensiva ¹⁰	100	5000	Convex	1
Oleoductos ¹¹	100	5000	Convex	1
Oleoductos propuestos ¹²	100	5000	Convex	1
Áreas con actividades petroleras ¹³	100	5000	Convex	1
Áreas urbanas ¹⁴	100	10000	Convex	1

Elaborado por TNC, 2013

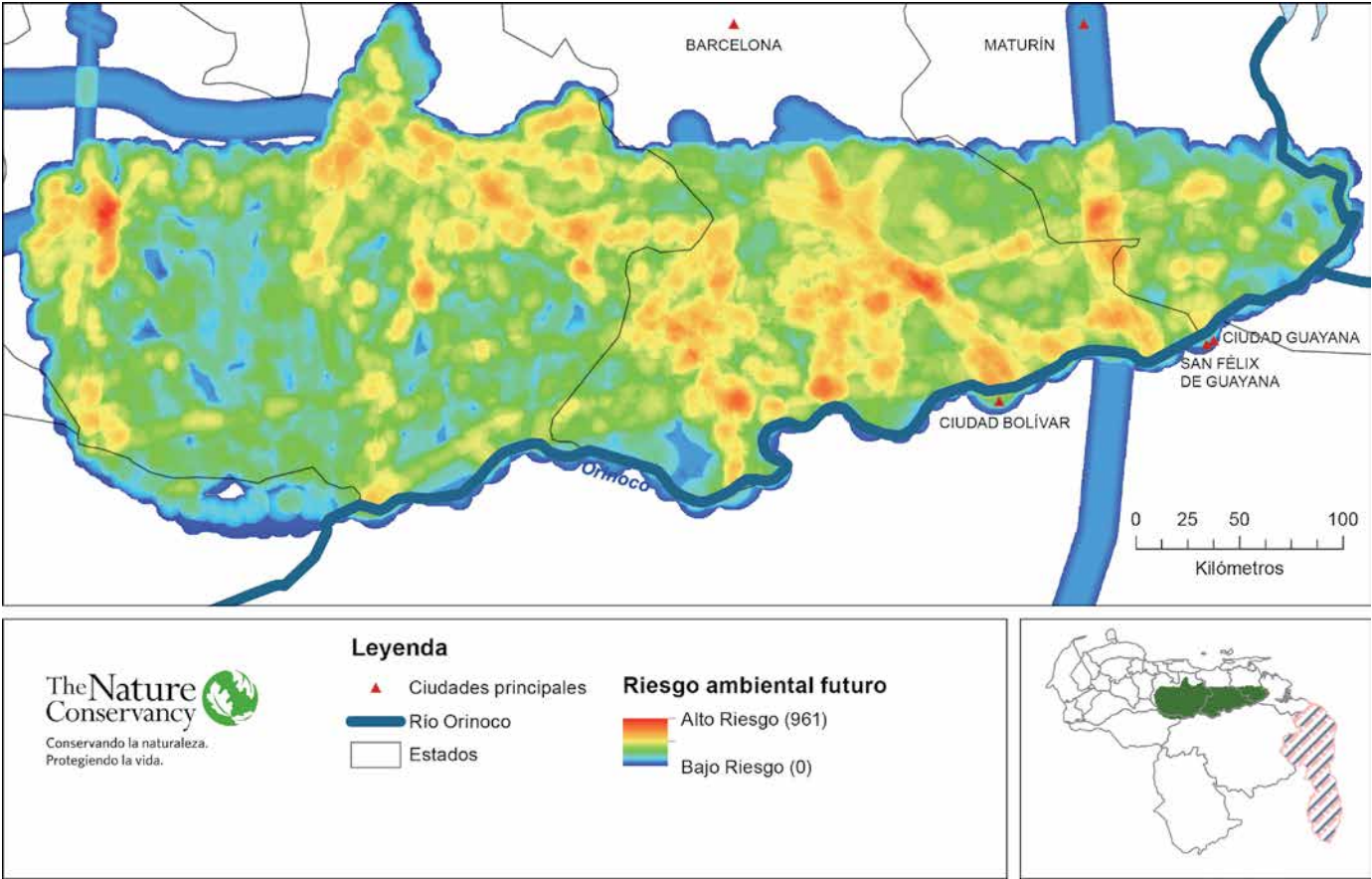
1. Instituto de Estadística e Informática, 2001.
2, 14. Manejo de Recursos Naturales y Ordenamiento de Tierras.
3 a 13. González, González y Boher, 2013a.

Los datos de las variables de distancia de influencia y tipo de curva se basaron en el estudio de amenazas realizado por TNC-CIAT (2005). Se considera que todos los datos de entrada tienen el mismo peso y los valores de intensidad que se valoran sobre 100, fueron evaluados de acuerdo con su impacto directo e inmediato, siendo el valor de 100 el impacto mayor y más urgente.

En el ejercicio de planificación para la conservación de la biodiversidad en la Faja del Orinoco surgió el tema del fuego como elemento a tomar en consideración para la elaboración de un mapa de influencia humana. El equipo de trabajo elaboró mapas de fuegos históricos y se evidenciaron zonas donde hay mucha frecuencia de quemas en el tiempo y otros donde hay poca. Se concluyó que aquellos sitios que se queman poco, deben tener una condición de protección prioritaria con relación a los que se queman mucho. Se podría considerar que las comunidades vegetales están de alguna forma «acostumbradas» al fuego. Por ello, se estableció una escala de 1 a 3 (1 máxima prioridad, 3 baja prioridad) en el período de 9 años (2000-2008) para determinar cuáles serían las frecuencias de quema que deberían dictar la prioridad. Finalmente, se asignó una prioridad máxima a aquellas áreas que no se han quemado o que se han quemado tres veces en nueve años. El mapa final de fuego representa valores de 1 para aquellas áreas con poca actividad de fuego y consecuentemente más prioridad. El valor de 2 es un valor intermedio de actividad de fuego y 3 indica mayor actividad de quema en el sitio, y por ello tiene baja prioridad para conservación. Este mapa de fuego se incorporó al resto de capas para crear el mapa de riesgo ambiental.

Para el escenario final de la capa de riesgo ambiental se consideró que las influencias de cada capa se sumen en una sola capa (superficie ráster con resolución de 250 metros x 250 metros). Los valores de la capa son relativos, donde los valores altos (961) son las áreas de mayor riesgo ambiental, mientras los valores más bajos (0) son las áreas de menor riesgo ambiental. El resultado final se muestra en el **mapa 36**.

Mapa 36. Mapa de riesgo ambiental



Elaborado por TNC, 2013

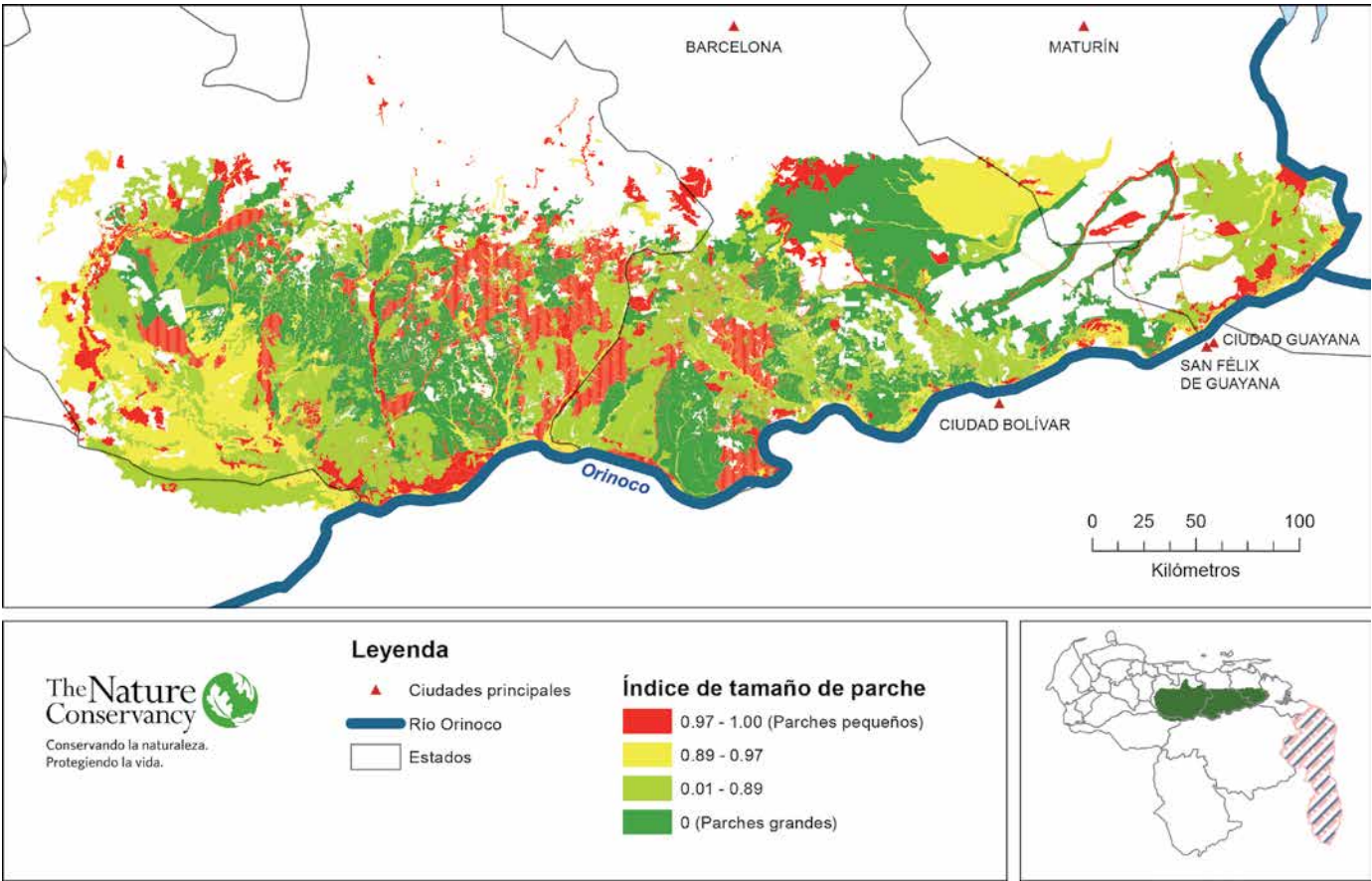
2.3 Metas de objetos de conservación

Definir metas de conservación para un ejercicio de optimización y portafolio es un proceso complejo que requiere información de extensiones históricas de los objetos de conservación, análisis comprensivos de todos los sistemas ecológicos, entre otros parámetros (Groves, 2010). Por ello, se tomaron los datos con los que se contaba y se creó un índice de calidad de hábitat para definir cuáles son los sistemas ecológicos que tienen mayor urgencia para conservación. Se tomaron índices de tamaño de parche y contexto paisajístico. Finalmente, se migraron los dos índices en uno solo para priorizar los sistemas ecológicos que son relativamente pequeños y tienen presencia de actividades humanas en su área de influencia. Las metas también pueden incorporar recomendaciones de expertos locales y políticas ambientales nacionales, pero en este caso, por consistencia con el análisis, tomamos los datos preparados por el método mostrado aquí. Sin embargo, las metas se pueden revisar en cualquier momento para volver a correr el análisis de optimización.

2.3.1 Tamaño (evaluación relativa ecosistema por ecosistema)

El tamaño de todos los parches de un ecosistema se evalúan por separado y se ponderan de una manera directa y normalizada. Los parches más pequeños tendrán valores más altos en el índice, mientras que los más grandes tendrán valores más bajos en el índice. Por ejemplo, el *Bosque ribereño medio siempreverde periódicamente inundable de V. venezolana, A. nitens y E. dubia interrumpido por sabanas periódicamente inundables de Mesosetumchaseae interrumpida por individuos arbóreos de C. llanorum y A. nitens*, tiene apenas 8 ha en el área de estudio. Por ello, es importante que este ecosistema se represente de la mejor manera. Normalizamos todos los tamaños con estos mínimos y máximos a valores de 0 a 1, donde 0 indica parches grandes y 1 indica parches pequeños. Cada ecosistema se evaluó por separado por lo que se mantiene independencia por cada uno (mapa 37).

Mapa 37. Mapa de tamaño de parches

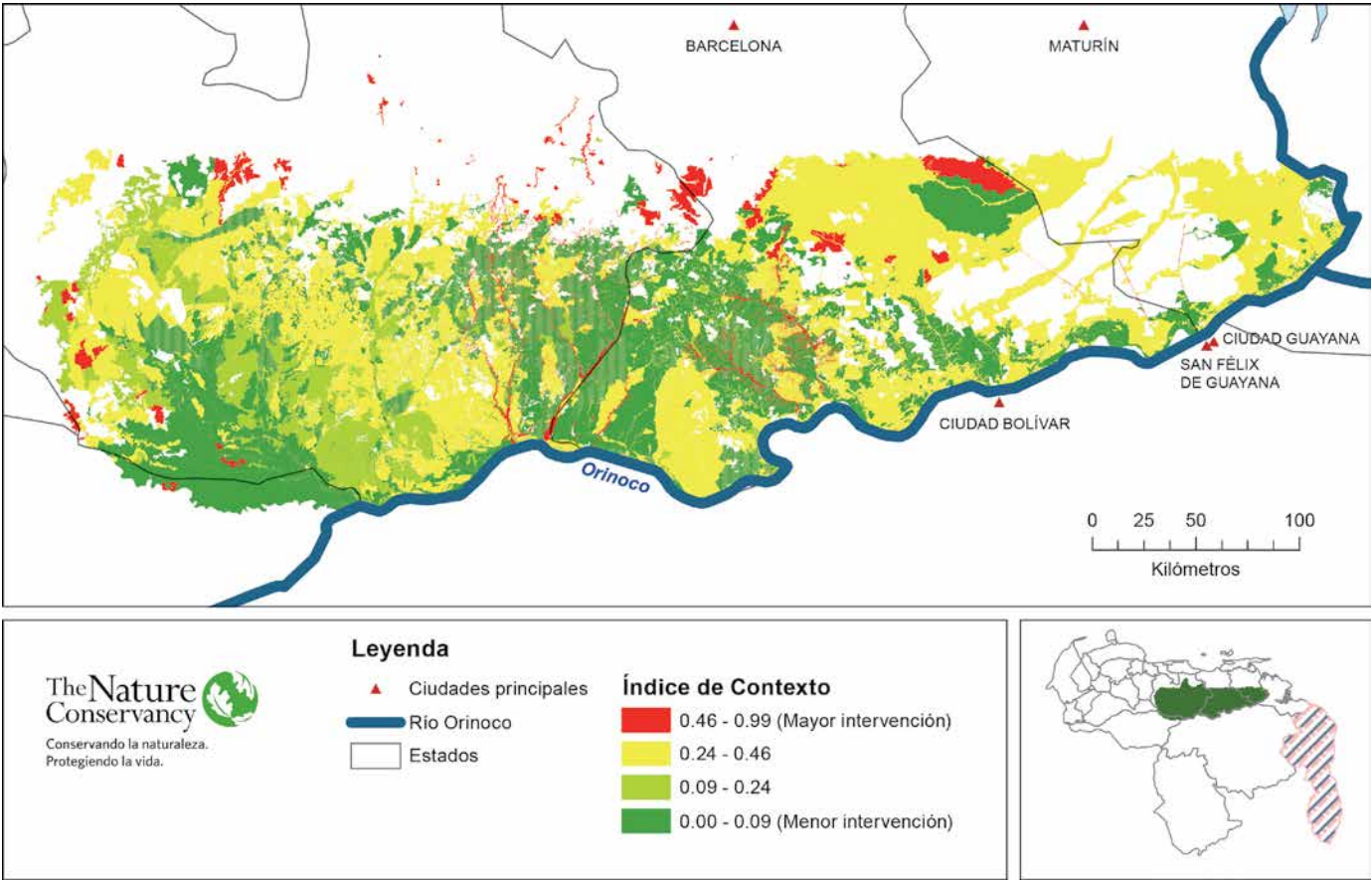


Elaborado por TNC, 2013

2.3.2 Contexto (contexto paisajístico)

Proporción de área sin conversión humana con un radio de 1.000 metros alrededor de cada parche por sistema ecológico. Parches de sistemas ecológicos con contexto más íntegro deben tener metas más bajas. Parches de sistemas ecológicos con contexto más intervenido, deben tener metas más altas, ya que representan áreas de alta presión por deforestación o intervención humana. En promedio, el sistema ecológico *Bosque ribereño medio denso siempreverde de Platymiscium pynnatum, Lonchocarpun pictus y Machaerium robinifolium* tiene el contexto con mayor intervención, por lo que debe ser una prioridad darle mayores metas a este sistema ecológico. Valores proporcionales fueron normalizados de 0 a 1, donde 1 indica parches con mayor intervención en su contexto y 0 indica parches con mayor integridad en su contexto (mapa 38).

Mapa 38. Mapa de contexto



Elaborado por González, González y Boher, 2013b

2.3.3 Índice para definición de metas

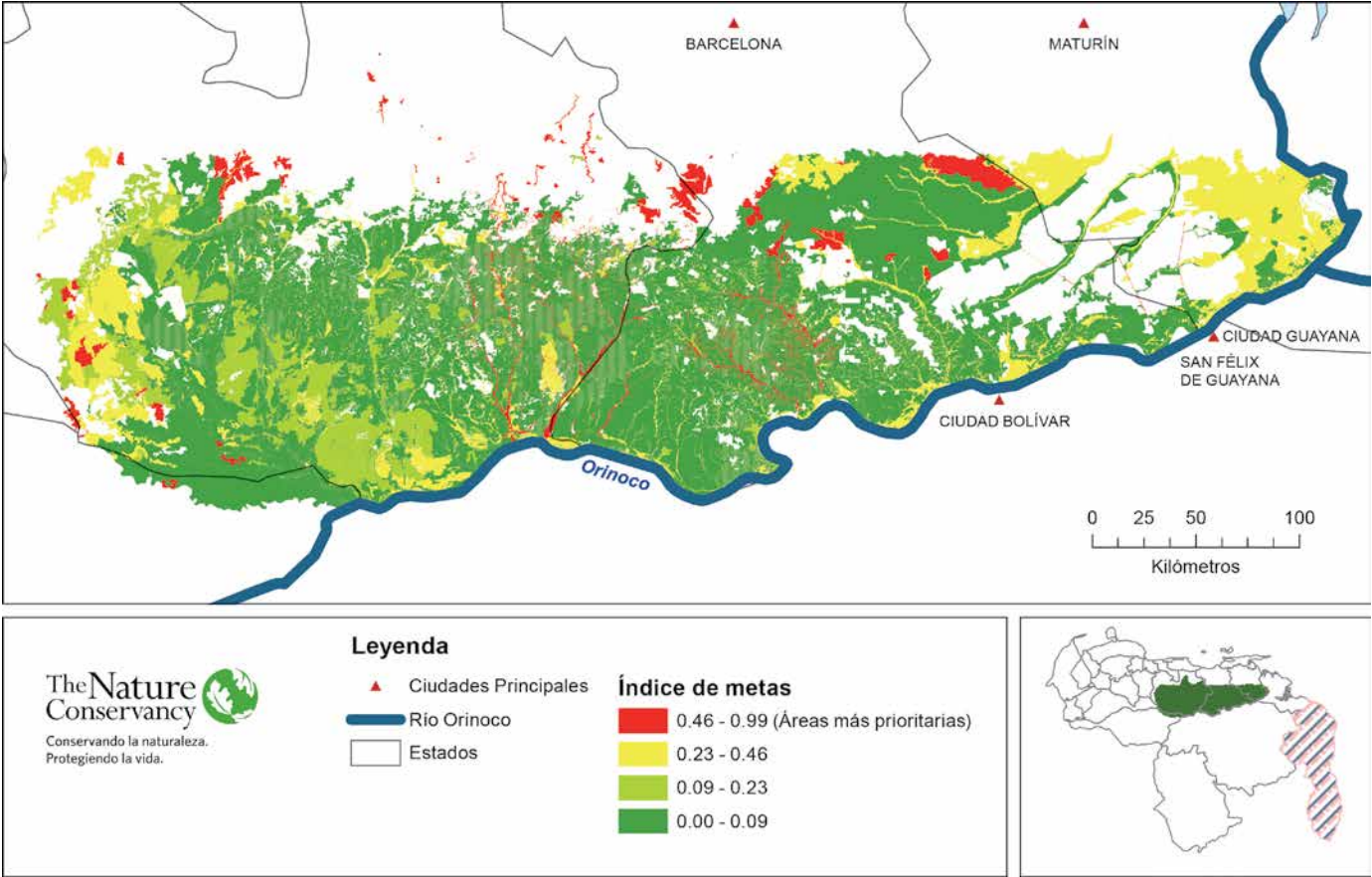
Como los indicadores están normalizados a valores entre 0 y 1, donde el valor 0 es el menos prioritario para conservación (parches pequeños y aislados) y 1 el más prioritario (parches grandes y rodeados por áreas naturales). Por ello, se puede realizar una multiplicación directa de todos los factores para lograr un índice único (mapa 39).

Tam * Con = Índice Metas

Tam = Tamaño

Con= Contexto

Mapa 39. Mapa de índice de metas



Elaborado por TNC, 2013

2.3.4 Metas

Se propone calcular las metas basándose en una clasificación del índice normalizado de metas (ÍNDICE) en cinco grupos. La clasificación se la hizo en intervalos iguales para poder representar desde las metas mínimas (30%) hasta las metas máximas (60%). La meta de 30% es un buen referente que se ha usado en varios ejercicios para sistemas ecológicos con una distribución común y con abundancia de representación (Groves, 2010). Metas muy altas como el 100% de la cobertura remanente se aplican en casos en que los objetos de conservación son extremadamente raros o muy amenazados. La clasificación se muestra en la tabla 4. El índice final se calcula multiplicando los índices de contexto y tamaño, y el valor final indica que los valores de 0 son aquellos ecosistemas que tienen parches grandes y con menor intervención en su alrededor. Los valores de 1 son aquellos que tienen parches pequeños y están rodeados de áreas convertidas. Estos últimos valores son los que requieren de metas más altas. Clasificamos el índice de metas en 4 categorías usando una clasificación estadística Jenks.

Tabla 17. Metas de objetos de conservación

Índice mínimo	Índice máximo	Meta
0.664	1	50%
0.367	0.664	40%
0.126	0.367	35%
0	0.126	30%

Elaborado por TNC, 2013

Al aplicar esta clasificación a los sistemas ecológicos, podemos ya calcular la meta en hectáreas que debemos lograr con el *software* de optimización, las cuales se muestran en la **tabla 17**.

Tabla 18. Metas de los sistemas ecológicos en el área de estudio

Ecosistemas (Objetos de conservación)	Área en hectáreas	Índice metas	Meta	Meta hectáreas
Bosques deciduos o caducifolios	26,701	0.46	0.40	10,680
Bosques ribereños siempreverdes bien drenados	592,511	0.29	0.35	207,379
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables	273,055	0.06	0.30	81,917
Bosques ribereños siempreverdes periódicamente inundables del río Orinoco	62,357	0.02	0.30	18,707
Herbazales gramínoide de pantano	37,141	0.29	0.35	12,999
Matorrales semisempreverdes con presencia de Cactaceae arborecentes	12,714	0.08	0.30	3,814
Matorrales siempreverdes periódicamente inundables por desborde del río Orinoco	91,517	0.11	0.30	27,455
Palmares de pantano con Mauritia flexuosa en valles coluvio aluviales	45,746	0.19	0.35	16,011
Pastizales naturales eutróficos periódicamente inundables	300,118	0.25	0.35	105,041
Sabanas distróficas bien drenadas	3,902,130	0.27	0.35	1,365,746
Sabanas distróficas periódicamente inundables	424,736	0.13	0.35	148,657
Cuerpos de agua	22,197	0.03	0.30	6,659

Elaborado por TNC, 2013

3. Portafolio de conservación

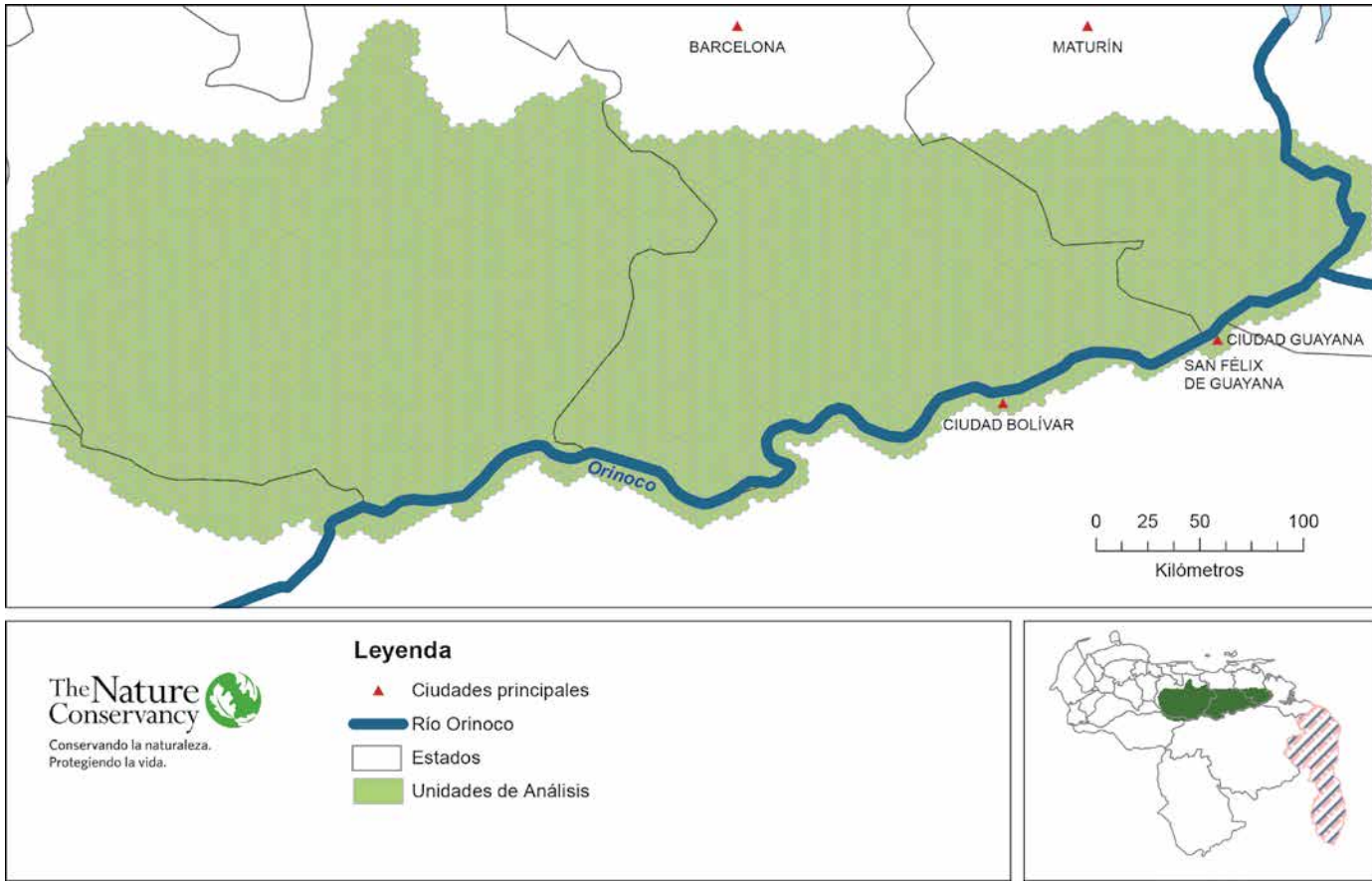
El área de estudio abarca unas 5.3 millones de hectáreas de sistemas ecológicos en estado natural (65%). 35% del área de estudio se encuentra como intervenido/convertido por actividades humanas (2.8 millones ha).

La combinación y número de objetos de conservación, las opciones de donde escoger los mejores sitios, las amenazas presentes y las metas a lograr, son todas variables complejas que debemos considerar al buscar un portafolio de conservación. Para esto, podemos usar herramientas de optimización que toman en cuenta todas estas variables y producen un escenario que cumple los parámetros establecidos. Una de las herramientas más utilizadas en estas aplicaciones es Marxan (Possingham, Ball & Watts, 2009). Marxan es un *software* que nos ayuda a diseñar un sistema de reservas o sitios ideales que cumplen variables predefinidas. Este *software* tiene la capacidad de crear miles de soluciones en cientos de escenarios diferentes y encontrar la solución más eficiente de sistema de reservas.

En el caso de este estudio, el análisis de Marxan incluye el análisis de amenazas (sección 2.1), metas (sección 2.2) y una capa de unidades de análisis. En este caso se utilizaron hexágonos. A pesar de que no existe una regla ideal para la creación de unidades de análisis, se ha encontrado que generar matrices muy grandes de unidades de análisis (hexágonos) y objetos de conservación diluye el análisis al tener tantas opciones por escoger y el *software* no tiene la capacidad de calcular esta cantidad de información. Se creó una capa de 10.851 unidades de análisis con tamaños de 800 hectáreas cada hexágono (**mapa 40**). Esta capa de unidades de análisis crea un balance entre las limitaciones de Marxan y la escala de análisis. Para poder generar portafolios con mayor detalle (más hexágonos de menor tamaño), se requiere subdi-

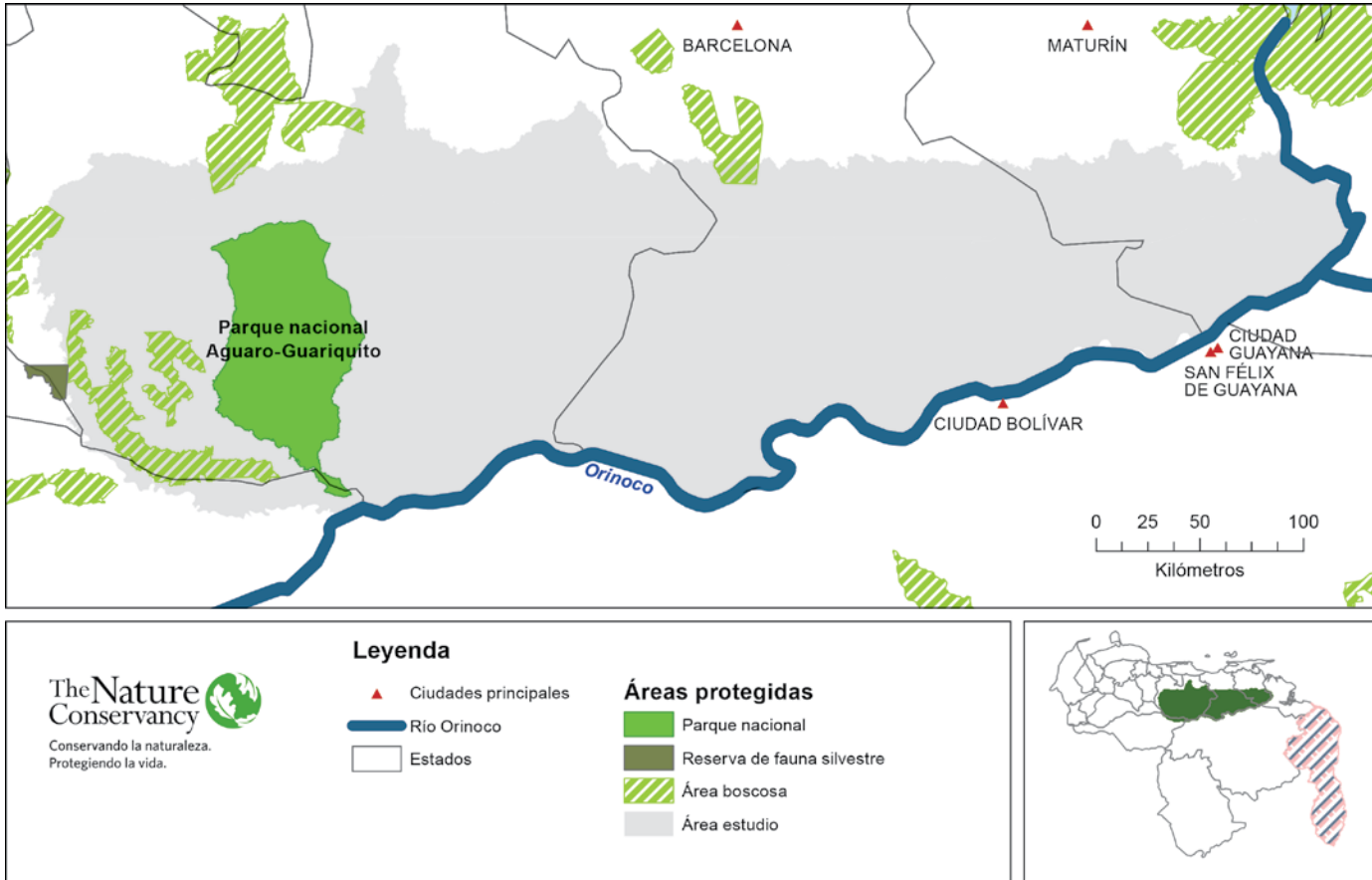
vidir el área de estudio en sub-secciones para correr varios análisis en paralelo. En este caso, no se ha previsto realizar este análisis adicional.

Mapa 40. Unidades de análisis (hexágonos)



Elaborado por TNC, 2013

Mapa 41. Áreas protegidas incluidas en el análisis del escenario



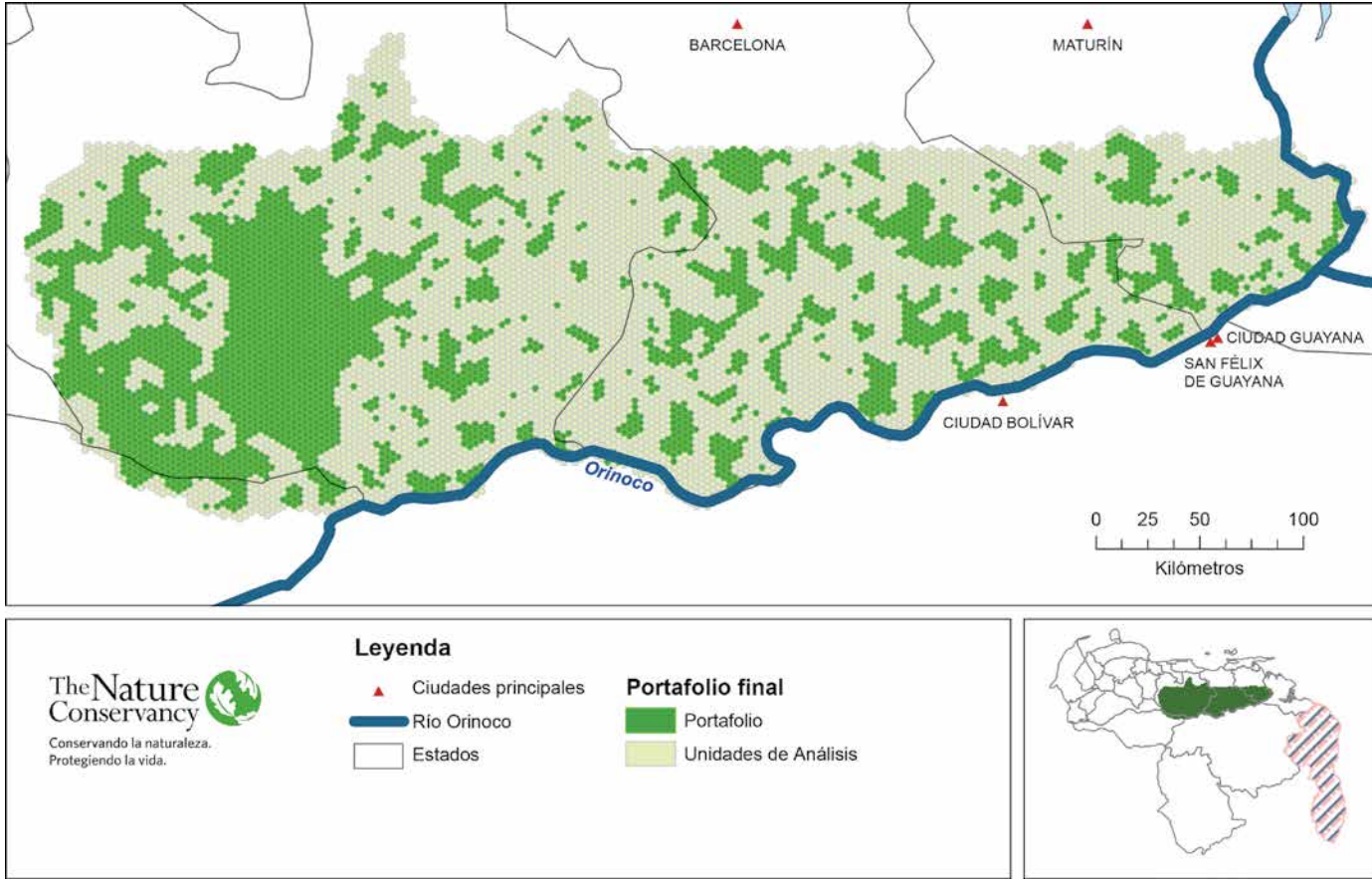
Elaborado por TNC, 2013 (Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente)

El portafolio fue creado usando variables en Marxan que se ajustan a lograr las metas y un portafolio lo más eficiente posible. Sin embargo, dada la gran cantidad de variables, la enorme cantidad de posibilidades de resultados es bastante alta. Luego de aproximadamente 20 análisis diferentes, se logró obtener resultados que cumplen las metas y otros requerimientos como tener menos fragmentación.

El **mapa 41** muestra las áreas protegidas incluidas en el análisis de este escenario que asegura (*lock in*) los hexágonos que son partes de áreas protegidas (Parques Nacionales, Áreas Boscosas y Reserva de Fauna Silvestre. (Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente). El escenario muestra que al proteger el portafolio, podemos fortalecer la conservación en las áreas protegidas ya existentes y lograr las metas para todos los sistemas ecológicos.

En el **mapa 42** se muestra el resultado del mejor cálculo obtenido de los más de 20 análisis corridos.

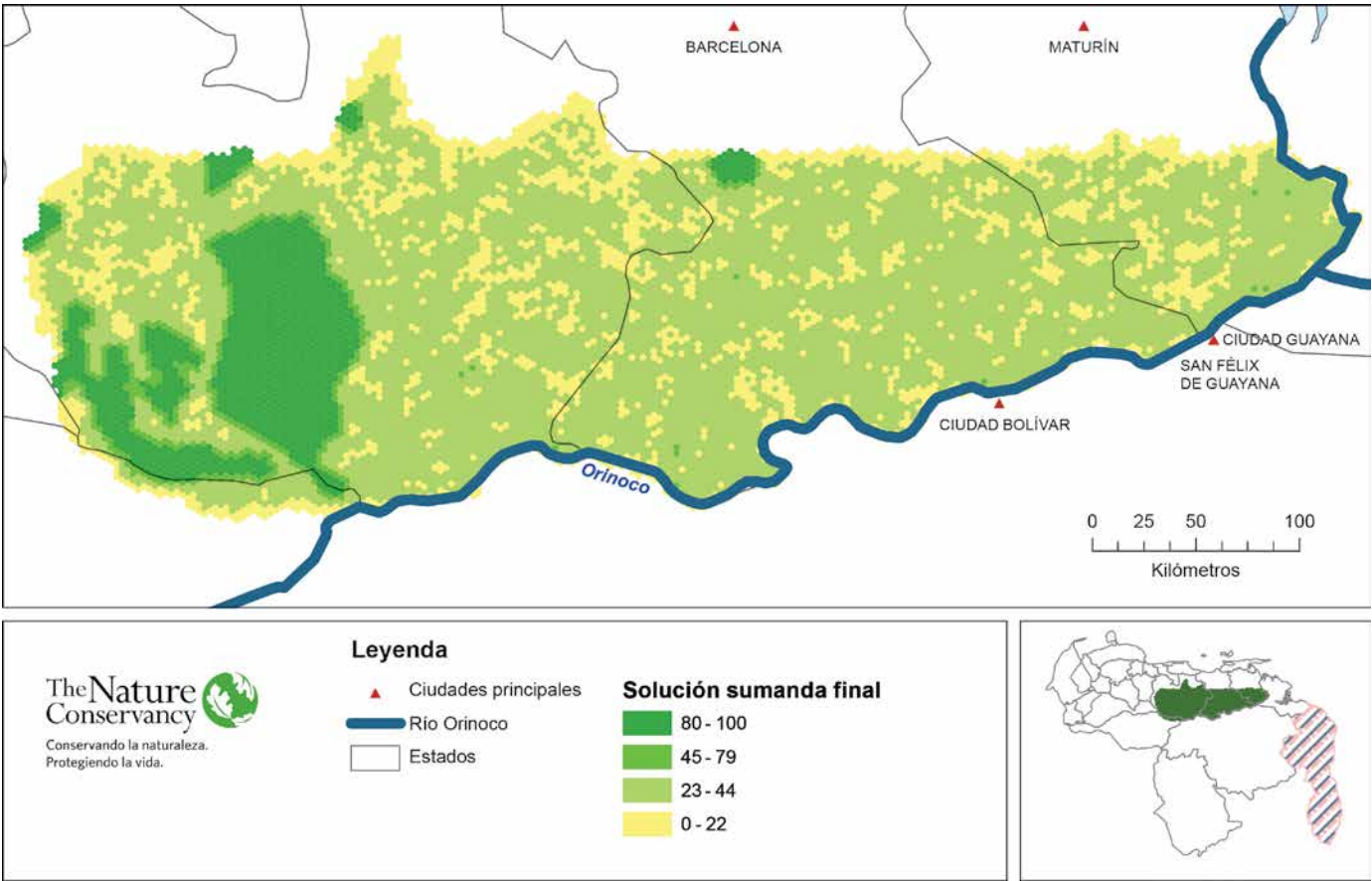
Mapa 42. Portafolio que cumple todas las metas de los 12 objetos de conservación



Elaborado por TNC, 2013

El **mapa 43** muestra un análisis de soluciones (iteraciones) sumadas. Se corrieron 100 iteraciones en este análisis y se pueden ver en colores más oscuros los hexágonos que fueron escogidos con mayor frecuencia por Marxan y, por ende, son más irremplazables que los colores más claros.

Mapa 43. Solución sumada del portafolio final que cumple todas las metas de los 12 sistemas ecológicos



Elaborado por TNC, 2013

4. Conclusiones

El portafolio que se ha creado en este estudio es una solución eficiente que asegura la representación de los objetos de conservación analizados en la faja petrolífera del río Orinoco. Dado que las condiciones pueden cambiar, el portafolio también es flexible puesto que las metas son lo suficientemente robustas para asegurar que los ecosistemas más pequeños y amenazados tengan la mayor representación en el portafolio. El portafolio final incluye aproximadamente tres millones de hectáreas, que representan un 56% del área natural remanente en el área de estudio.

Es importante también notar que estudios futuros podrían considerar incluir objetos de conservación como especies, en especial aquellas que se encuentren más amenazadas. Sin embargo, se considera que este estudio incluye los datos más actualizados de uso de suelo, actividades humanas y por ello se puede considerar como un referente de información actualizada.

5. Referencias

Ball, I.R., H.P. Possingham, and M. Watts. 2009. Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritisation. Chapter 14: Pages 185-195 in Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools. Eds Moilanen, A., K.A. Wilson, and H.P. Possingham. Oxford University Press, Oxford, UK.

Game, E. T. y H. S. Grantham. (2008). Manual del Usuario de Marxan: Para la versión Marxan 1.8.10. Universidad de Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia, y la Asociación para la Investigación y Análisis Marino del Pacífico, Vancouver, British Columbia, Canadá.

González, C. E., V. González, S. Boher. 2013a. Mapa Ecosistemas de la Faja Petrolera del Orinoco, Venezuela.

González, C. E., V. González, S. Boher. 2013b. Prioridades de Conservación en la Faja Petrolífera del Orinoco, mediante un enfoque de planificación ecoregional.

Groves, C. 2003. Drafting a Conservation Blueprint. Island Press, Washington DC, USA.

Heiner M, Galbadrakh D, Kiesecker J, McKenney B, Evans J, Tuguldur E, Zumburelmaa D, Ulziisaikhan V, Oyungerel B, Sanjmyatav D, Gankhuyag R, Enkhbat D, Ochirhuyag L, Sergelen G, Girvetz E and McDonald R. 2011. Identifying Conservation Priorities in the Face of Future Development: Applying Development by Design in the Grasslands of Mongolia. The Nature Conservancy, Ulaanbaatar, Mongolia.

Instituto de Estadística e Informática. 2001. Centros Poblados de Venezuela.

Kiesecker JM, Copeland H, Poncewicz A and McKenney B. 2010. Development by design: blending landscape-level planning with the mitigation hierarchy. Frontiers in Ecology and the Environment 8: 261-266.

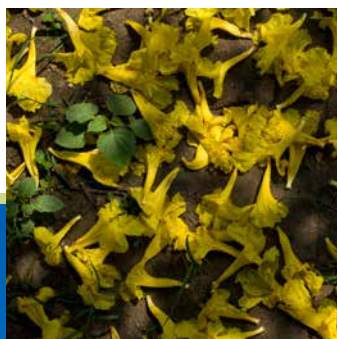
Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB). Áreas Protegidas de Venezuela.

Manejo de Recursos Naturales y Ordenamiento de Tierras (MARNOT). Centros Poblados y Áreas Urbanas de Venezuela.

Schill, S. and G. Raber. 2012. Protected Area Tools (PAT) for ArcGIS software <http://www.gispatools.org>. The Nature Conservancy, Arlington, VA.

Igor Hernández

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS



Dentro del desarrollo de los proyectos en el sector de petróleo y gas, un elemento que cobra cada vez mayor importancia es el de la evaluación del impacto ambiental derivado de las operaciones del sector, no solo debido a la inclusión de un marco regulatorio que a nivel global contemple convenios referentes al problema de cambio climático, sino por las implicaciones que esto puede tener dentro del manejo de riesgos de las operaciones de las empresas, y que puede significar un elemento disruptivo dentro de cualquiera de las etapas de los proyectos.

Para las compañías de energía a nivel mundial, uno de los grandes retos es lograr satisfacer los crecientes requerimientos energéticos globales en los próximos años, de manera que reconozca las limitaciones impuestas por los ecosistemas en los que se desarrolla y sea cónsono con sus lineamientos corporativos de responsabilidad social y ambiental, que incluyen la protección de la biodiversidad.

En este sentido, las empresas pueden desarrollar una ventaja competitiva con beneficios estratégicos por el hecho de incluir la conservación de la biodiversidad en sus políticas y operaciones. Algunas de ellas pueden ser las siguientes:

- Menor probabilidad de retraso en los proyectos y estímulo a mejores relaciones con grupos de interés locales. Si se logra reconocer y actuar sobre posibles impactos en la biodiversidad en el desarrollo de operaciones, puede pensarse que existe un menor riesgo de retraso en los proyectos, surgido por crisis inesperadas de gerencia o conflictos con comunidades locales que dependen de este acervo biológico, que según la magnitud puede llevar hasta procesos judiciales con importantes costos para las empresas. Una estrategia que contemple y minimice estos riesgos puede aumentar el valor de los proyectos y una mayor cooperación de los actores involucrados.
- Por otra parte, la implantación de buenas prácticas en gestión ambiental, apoyadas en herramientas técnicas que provean indicadores de impacto sobre la biodiversidad, puede mejorar la reputación de las empresas petroleras como operadores de calidad técnica y manejo responsable de sus proyectos, aspectos que pueden convertirse en factores que incrementen sus activos intangibles y reconocimiento corporativo, además de fortalecer sus relaciones con clientes, proveedores y empleados.
- Para las compañías internacionales de petróleo (IOC, por sus siglas en inglés) es importante mantener acceso a áreas con potenciales recursos y oportunidades para el desarrollo de negocios. Si se consideran algunas estimaciones según las cuales 85% de las reservas probadas de petróleo se encuentran en países en los que opera una Compañía Estatal de Petróleo (NOC por sus siglas en inglés), es necesario entonces para las empresas multinacionales enviar una señal fuerte sobre las capacidades tecnológicas y un modelo sostenible de desarrollo de negocios, lo cual implica reconocer dentro de su estrategia el valor potencial de la biodiversidad de una región; esto ante posibles restricciones que el Estado pueda imponer sobre ciertas áreas protegidas o importantes objetos de conservación. Un estudio del World Resources Institute (2002) reveló que algunas compañías con exposición significativa a áreas de gran valor en biodiversidad pueden sufrir una pérdida de valor desproporcionada en su capitalización de mercado si se incrementan las restricciones de acceso a los recursos de hidrocarburos.
- Las limitaciones de acceso no solo se refieren a las áreas de explotación, sino también a elementos como el financiamiento de proyectos. Aquellas empresas que puedan incorporar mejores prácticas en lo que se refiere a conservación de la biodiversidad en sus operaciones pueden tener mayor acceso a capital proveniente de instituciones como bancos de desarrollo multilaterales, los cuales incluyen dentro de sus lineamientos algunos requerimientos sobre impacto en las localidades tanto en aspectos sociales como ambientales.

La pérdida de este tipo de financiamiento puede significar en algunos casos un incremento significativo en los costos de los proyectos.

Es necesario considerar que dada la existencia de acuerdos globales como el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) han provocado que dentro de las políticas corporativas de las empresas multinacionales (incluidas las de energía) se haya enfatizado la conservación de la biodiversidad como parte integral en la manera en que hacen negocios. La existencia de buena información y sistemas de gestión ambiental permiten ser aprovechados a lo largo del ciclo de vida de las actividades y productos, lo cual promueve la investigación, formación y la generación de políticas públicas.

Existen muchos ejemplos de compañías multinacionales y estatales de petróleo que han logrado desarrollar dentro de su estrategia corporativa, planes que permiten la participación de equipos locales, comunidades, ONG y gobiernos regionales para lograr una visión integral y elaborar indicadores de desempeño acordes con los objetivos de desarrollo de la zona.

Tomando en cuenta estos elementos, la pregunta que surge es cómo incorporar la información obtenida a partir de herramientas de evaluación de impacto ambiental y de caracterización de sistemas ecológicos dentro del proceso de planificación y ejecución de los proyectos vinculados al sector hidrocarburos. Las prácticas observadas pueden sugerir algunas vías:

- La información generada puede servir de insumo para la elaboración de una política ambiental, tanto a nivel corporativo como en la ejecución directa del proyecto, de manera que se reconozca el papel central de la biodiversidad en una estrategia de desarrollo sostenible y que agregue valor a las actividades del sector.
- En la planificación estratégica ambiental, las empresas pueden identificar productos o servicios con impacto directo sobre la biodiversidad, evaluar el estatus de las áreas consideradas para la explotación y reconocer posibles aliados locales dentro de las actividades de conservación. Sobre este aspecto es necesario considerar que existen dos tipos de impactos sobre la biodiversidad asociados a las actividades del sector hidrocarburos, uno primario, atribuible directamente a la compañía, por lo referente al desarrollo de las instalaciones y la utilización de recursos a lo largo del ciclo de negocios. Sin embargo, el desarrollo de actividades en una región puede también tener impactos secundarios, no necesariamente atribuibles a la compañía, y que en muchas ocasiones están vinculados al desplazamiento de comunidades en busca de empleos, lo cual genera una demanda adicional de servicios e introduce potenciales cambios como la introducción de nuevas especies. En este sentido, la construcción de estos escenarios y su impacto pueden verse facilitados con la información proporcionada por estas herramientas técnicas.
- Durante la implementación y operación de los proyectos, el entrenamiento y formación de empleados en el uso de estas herramientas o la colaboración con organizaciones con experiencia en el levantamiento de información sobre la biodiversidad es posible establecer requerimientos específicos a proveedores de bienes y servicios con guías técnicas de operación, que además abarquen aspectos como medidas de contingencia para mitigar los riesgos de impacto ambiental.
- La construcción de indicadores a nivel corporativo y de proyectos permite establecer sistemas más confiables de monitoreo que permitan establecer si las metas del proyecto coinciden con las prioridades de conservación en las áreas explotadas y, en caso de requerirlo, saber establecer los correctivos necesarios y facilitar el reporte a todas las partes interesadas. Algunos ejemplos de indicadores, provenientes de la agregación de proyectos, han sido propuestos (**Cuadro 1**)

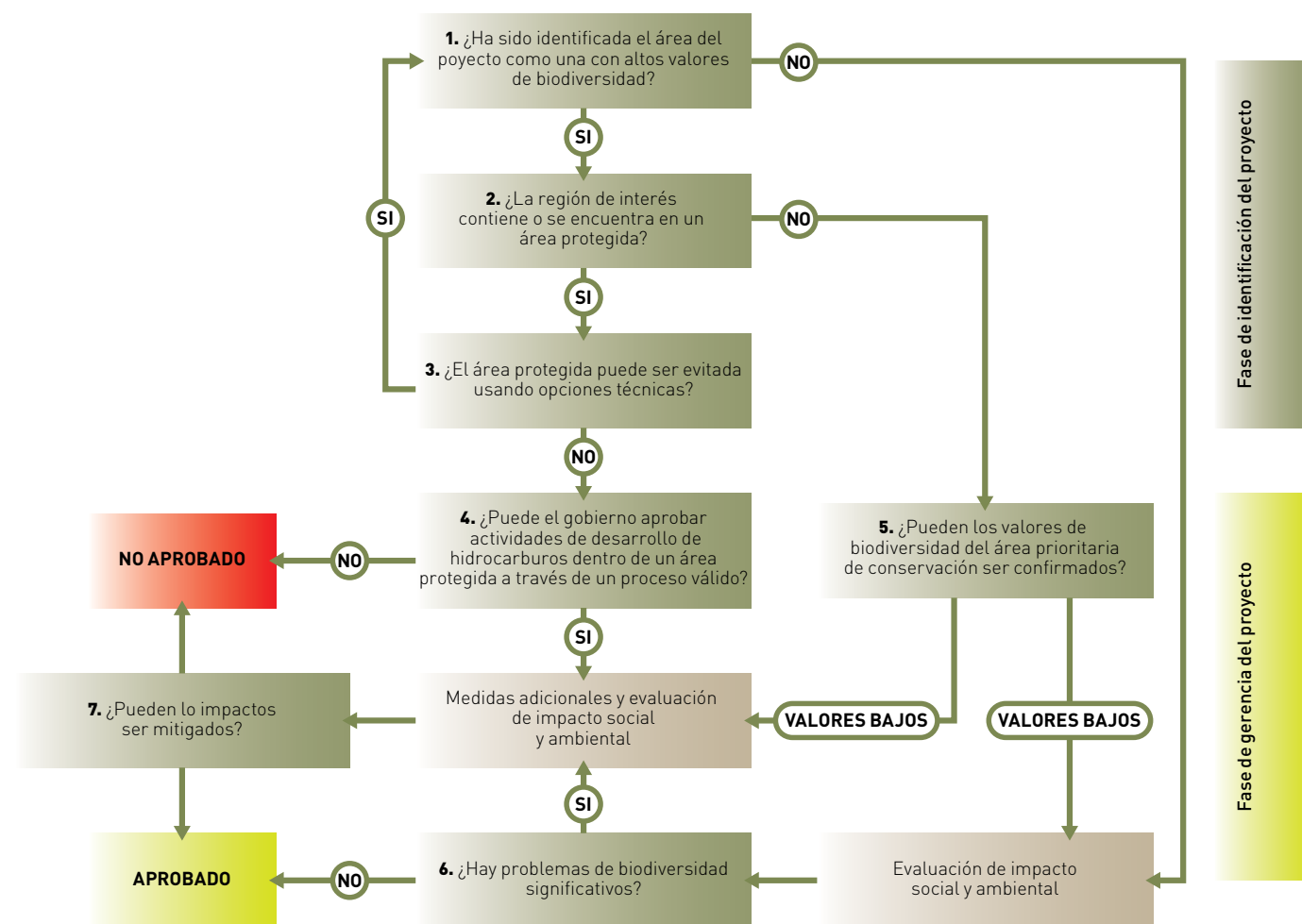
Cuadro 1. Ejemplos de indicadores para medición de impacto sobre la biodiversidad

Especies
• Especies globalmente afectadas • Especies en rango restringido • Especies no-nativas invasoras que amenazan ecosistemas hábitats u otras especies • Especies usadas por poblaciones locales
Hábitat
• Solapamiento de los sitios de operaciones con áreas de conservación prioritarias que contienen especies globalmente amenazadas o de espacios restringidos • Extensión de tierra dentro de un sitio de operaciones bajo un plan gerencial que contiene un foco de conservación de biodiversidad • Contribución a la conservación del hábitat
Gerencia corporativa
• ¿Hay alguna política clara en el manejo del sitio de operaciones que especifique cómo se manejará la biodiversidad en el área? • ¿Hay indicios de que la gerencia haya respetado estos lineamientos en el pasado? • Elementos de biodiversidad incluidos en el sistema de gerencia de proyectos • Asignación presupuestaria a biodiversidad • Sitios con planes de acción en torno a la biodiversidad • Proyectos actuales relacionados con la biodiversidad

Fuente: Energy and Biodiversity Initiative

En general, la utilización de sistemas de información sobre el impacto en la biodiversidad de una región puede darse de manera integrada a instrumentos como los Sistemas de Gestión Ambiental, empleados como vías para identificar y manejar los aspectos e impacto ambientales, y de manera más amplia, dentro de un proceso de evaluación de impacto social y ambiental, que en el caso de grandes compañías de energía forma parte de las tareas de los Departamentos de Seguridad, Higiene y Ambiente. Esto ayuda a la construcción de un marco que apoye las decisiones basadas en posibles riesgos, como por ejemplo en la selección de un sitio que incorpore los beneficios y potenciales costos de trabajar en ciertas áreas y procurar elecciones sobre la búsqueda de oportunidades específicas de negocios. Un ejemplo de cómo integrar esta información en las decisiones se muestra en el **Cuadro 2**, donde se ilustra el proceso para escoger el sitio de operaciones.

Cuadro 2. Mapa de decisiones sobre selección del sitio de proyectos integrando consideraciones de biodiversidad



Fuente: Energy and Biodiversity Initiative

Importancia de la información sobre impacto en la biodiversidad de actividades del sector hidrocarburos en la formulación de políticas.

El fortalecimiento de las instituciones con competencia en formulación de políticas de protección a la biodiversidad puede darse a partir del levantamiento de información sobre el tema que oriente la discusión acerca de cuáles estrategias de desarrollo pueden ser sostenibles a largo plazo. Además, que estén en consonancia con los acuerdos ambientales multilaterales que Venezuela ha firmado. Particularmente vinculado a este tema se incluye el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), el cual se constituye como un convenio marco que provee un enfoque integral al manejo de la biodiversidad. Por ello, la «conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la justa y equitativa repartición de los beneficios que surgen de la utilización de los recursos genéticos...», son objetivos que deben ser contemplados y cumplidos dentro del marco jurídico de los países firmantes.

Las consecuencias de un marco institucional más fuerte en estos aspectos pudiera incluso enviar una señal que atraiga inversiones de compañías que cuenten con los recursos financieros y tecnológicos que promuevan una explotación eficiente de los recursos de un país.

En ese sentido, el desarrollo de estudios que aborden el tema de la biodiversidad puede ayudar en aspectos como los siguientes:

- Una mayor integración entre las metas de desarrollo para la nación, que en gran parte involucran la explotación petrolera, y el impacto ambiental de los proyectos, para poder establecer la conveniencia o no de determinadas estrategias, y los requerimientos logísticos y financieros para mitigar los impactos y pensar en opciones de compensación acordes.
- Lograr una adecuación de los estándares de calidad ambiental, que permita vincular las necesidades locales (comunidades y conservación del ambiente), dentro de la estructura de costos de las empresas que deseen licitar en determinados campos.
- Establecimiento de un marco de penalización acorde con los impactos registrados y determinar las justas compensaciones.
- Actualización de herramientas dentro del marco jurídico vinculadas a decretos o leyes sobre estudios de impacto ambiental.
- Facilitar el desarrollo de herramientas legales en el ámbito local (estados y municipios), a través de la instrucción y participación de las comunidades y las autoridades que regentan áreas de explotación.
- Si se logran normativas que incentiven la adquisición de estos instrumentos sobre impacto ambiental (incluidos aquellos sobre la biodiversidad) es posible incentivar el desarrollo de nuevos estudios sobre impactos acumulados y factibilidad de proyectos.
- Al concebirse los proyectos de manera integral, la posibilidad de incorporar información sobre la biodiversidad en etapas tempranas de los proyectos permite planificar y validar de manera conjunta portafolios de inversión social y ambiental, que permitan su mejor aprovechamiento. Este enfoque, de ser orientado e impulsado por las autoridades ambientales, puede permitir definir áreas de relevancia para la acción conjunta de diversas empresas, lo que define una región de actuación distinta a la de los proyectos individuales o límites políticos.
- El ámbito de influencia de las autoridades impone sobre estas una responsabilidad de reducir la asimetría de información entre las partes interesadas en una localidad sobre los impactos ambientales de un proyecto. En muchos casos la información necesaria para la utilización de sistemas de gestión ambiental está fragmentada; en otros, el acceso a la información está restringido a pocos actores, lo que genera desconfianza en las autoridades. En ese sentido, la introducción de mecanismos que evalúen el impacto sobre la biodiversidad facilita la planificación, y con la suficiente divulgación, estimula la consecución de acuerdos de largo plazo.

Por otra parte, la utilización de estas herramientas permite la sofisticación de procesos vinculados a la asignación de áreas para explotación mediante concesiones o asociaciones con empresas estatales, pues en los procesos de licitaciones existe un mayor reconocimiento de las externalidades asociadas al desarrollo del potencial de recursos. En tal sentido, permiten lograr una compensación justa en términos de bonos, impuestos, licencias o esquemas de contratación.

En general, se hace necesaria una consistencia entre planes de desarrollo generales de la nación con las necesidades de las comunidades locales que dependen en gran medida de la biodiversidad, lo que evita conflictos entre empresa, Estado y sociedad, por lo que el desarrollo de herramientas que posibiliten el ordenamiento de áreas y que faciliten la priorización de áreas de conservación, permite una compatibilidad con las metas de desarrollo de proyectos en la región.

En el caso de Venezuela, los planes para el desarrollo de la Faja del Orinoco merecen particular atención por la escala de inversiones y proyectos que se proyecta, así como por el hecho de no ser considerada una región que tenga una historia tan larga en términos de explotación petrolera, comparada con la región occidental y nororiental del país.

En general, bajo el Plan de la Patria 2013-2019, se busca la expansión de la producción de crudo pesado y extrapesado a 4.000.000 de barriles/día en 2019, para lo cual es necesario desarrollar infraestructura operativa y no operativa para los trabajadores y empresas que piensan involucrarse en los complejos industriales vislumbrados.

Algunos de los proyectos para la consecución de esta meta de producción incluyen:

- Construcción de refinerías de diferente capacidad de procesamiento: 373 MBD (Refinería Petrobicentenario), 220 MBD (Cabruta), así como diferentes instalaciones de mejoramiento de crudo pesado y extrapesado.
- Perforación de 10.550 pozos horizontales de petróleo, agrupados en 520 macollas de producción.
- Construir una capacidad de almacenamiento de 20 millones de barriles de crudo y productos, y el tendido de 2.000 km de tuberías entre oleoductos y diluenductos con capacidad de transportar 2,5 MMBD, así como terminales para el manejo de productos residuales.
- Además de esto, existen requerimientos en términos de generación de electricidad que involucran la construcción de tres plantas termoeléctricas con una capacidad total de generación de 2.100 MW.
- Por otra parte, se contempla el desarrollo de dos complejos industriales que buscan atender el suministro de servicios de hidrógeno, nitrógeno, aire comprimido, vapor, agua industrial y de enfriamiento, almacenamiento de coque y azufre, y distribución de electricidad, a los nuevos mejoradores. Dentro de estos complejos, se prevé la construcción de aserraderos, fábricas de taladros, galpones, centros hospitalarios, entre otras instalaciones.

Es también importante señalar que algunos objetivos dentro de estos planes, según las comunicaciones oficiales, destacaban la importancia de involucrar a PDVSA no solo dentro de los proyectos de desarrollo de la Faja, sino que participara en actividades no directamente vinculadas al negocio de los hidrocarburos, lo que exige una alta intervención de la compañía en la mayoría de los procesos, dejando la parte de menor complejidad tecnológica y organizativa y más bajas escalas de producción o inversión, a productores individuales y consejos comunales, pero atados a créditos del Estado. En ese sentido, la difusión de los potenciales impactos de las actividades de tan diversos actores, supone una demanda importante por un acuerdo multisectorial.

Apuntes finales

El desarrollo de actividades en el sector de hidrocarburos requiere sistemas de gestión ambiental que vinculen áreas como seguridad, higiene y ambiente, debido a que el entorno en donde se desarrollan afecta sensiblemente el riesgo de ciertas operaciones, así como afectan la calidad de vida tanto de las comunidades locales como de los operadores en ese territorio.

Desde este punto de vista, el desarrollo de herramientas y estudios que consideren el impacto sobre la biodiversidad ayudan a conciliar la visión de crecimiento que se tiene con una gestión apropiada de riesgos que, además de generar competitividad, respete el marco regulatorio e institucional, los intereses de los actores locales y el equilibrio de los ecosistemas.

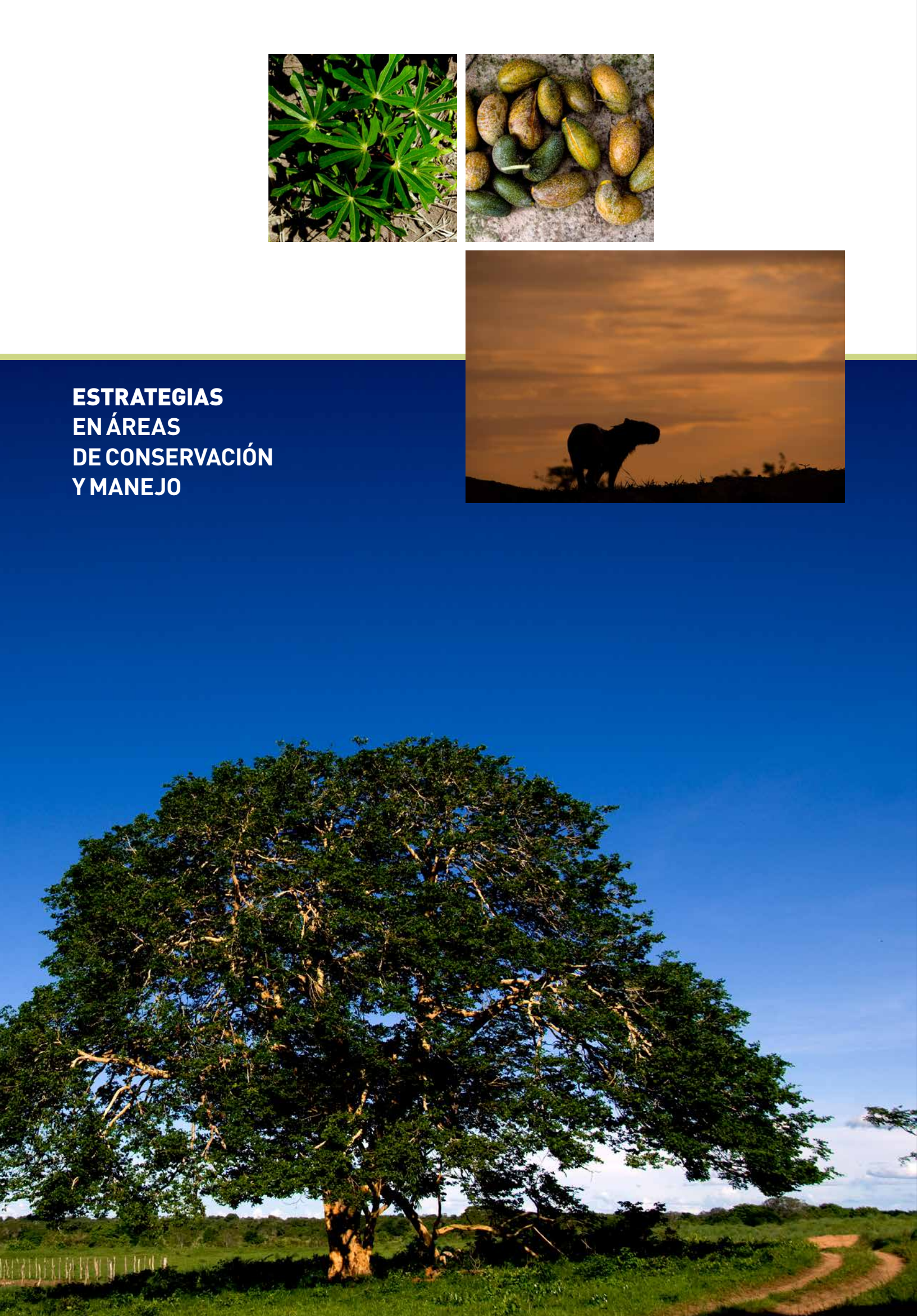
Sin embargo, es necesario destacar que la efectividad de estos instrumentos y mecanismos requiere del compromiso de todos los actores: compañías estatales o privadas de energía, organizaciones no gubernamentales sociales y ambientales, instituciones del Estado y comunidades locales, entre otros. Una efectiva comunicación, basada en un mismo entendimiento del problema puede jugar un importante rol en determinar el efecto de largo plazo de las actividades en hidrocarburos sobre la biodiversidad.

Referencias

The Energy and Biodiversity Initiative (2003). *Integrating Biodiversity Conservation into Oil & Gas Development*. Washington, EEUU.

Austin, D. and Sauer, A. (2002). *Changing Oil: Emerging Environmental Risks and Shareholder Value in the Oil and Gas Industry*. World Resources Institute

Guédez, C.; de Armas, D.; Reyes, R.; Galván, L. (2003). *Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional*. Interciencia, vol. 28, núm. 9, septiembre, 2003, pp. 528-533.



ESTRATEGIAS
EN ÁREAS
DE CONSERVACIÓN
Y MANEJO



Estrategias en áreas para la conservación

Mantenimiento y recuperación de la integridad ecológica de las UHA	
Subestrategia	Actividades
Actualización y creación de los planes de manejo de las áreas protegidas con criterios de conectividad de ecosistemas acuáticos.	Revisión y actualización de los planes de ordenación y reglamento de las siguientes Áreas Bajo Régimen de Administración Especial: Parque Nacional Aguaro Guariquito, Reserva de Fauna Silvestre Esteros de Camaguan, Área Crítica con Prioridad de Tratamientos Mesa de Guanipa y Acuífero de Calabozo y las Áreas Boscosas Bajo Protección Caño Caballo y Márgenes del Río Guárico.
	Protección y recuperación de bosque periódicamente inundable de <i>Piranhea trifoliata</i> y <i>Homalium racemosum</i> que ha sido afectado por deforestaciones locales con el fin de la siembra de un cultivo de ciclo corto durante el período de sequía del año de <i>Gossypium barbadensis</i> y <i>Cucumis melo</i> (melón)
	Proteger el sistema de lagunas periódicamente inundables durante el período de aguas altas, las cuales junto con los bosques y matorrales presentes en la planicie de inundación estacional del río Orinoco desempeñan un rol destacado por su importancia para el control de inundaciones, la producción de fuentes de recursos alimentarios (peces), el anidamiento de aves acuáticas y en general como hábitats para mantener la biodiversidad acuática.
Incrementar el control y monitoreo en áreas con amenazas dentro de áreas protegidas.	Adiestrar al personal de guardaparques que labora en el Parque Nacional Aguaro Guariquito y en otras ABRAE, incorporándolos a los programas de entrenamiento y mejoramiento de la gestión ambiental con énfasis en la diversidad biológica acuática (macroinvertebrados, peces, anfibios, reptiles y mamíferos).
	Fortalecer las capacidades de los guardaparques para ejecutar actividades de monitoreo eco-hidrológico al interior de las áreas protegidas.
	Incluir sistemas de monitoreo estandarizados de largo plazo, para el seguimiento de especies acuáticas (macroinvertebrados, mamíferos, aves, reptiles y peces).
	Diseñar e implementar un protocolo de monitoreo de calidad de agua en aquellos cuerpo de aguas fluviales con régimen hidrológico permanente, que estén en el área de influencia de locaciones de gestión petroleras. Incluir parámetros que midan el grado de afectación petrolera como hidrocarburos totales.
	Definir y ejecutar un plan de monitoreo y control en las áreas con cobertura vegetal afectadas significativamente, para diseñar las acciones de mitigación y restauración de las mencionadas comunidades de plantas, haciendo particular énfasis en el bosque periódicamente inundable de <i>Piranhea trifoliata</i> y <i>Homalium racemosum</i> .
Creación de nuevas áreas protegidas o ABRAE.	Coordinar con todas las empresas petroleras que operan en las faja, la realización de un mantenimiento adecuado de los oleoductos primarios y secundarios y de esta forma reducir riesgos de derrames de petróleo. Del mismo modo, hacer un control estricto de las aguas de formación y fosas con pasivos ambientales en aquellos casos en que la contingencia lo amerite
	Creación de nuevas áreas de protección y exclusión del desarrollo basadas en los resultados del ejercicio de prioridades de conservación tanto terrestre como de agua dulce de la FPO. Las empresas petroleras pueden trabajar conjuntamente con el Estado para la creación de un sistema de nuevas áreas protegidas que garantizará la interconexión ecológica de los ecosistemas asociados a los bosques ribereños que drenan sus aguas al plano de inundación del río Orinoco.

(Continúa)

Se proponen como áreas prioritarias para la conservación dos sectores, ambos ubicados en la margen izquierda de planicie de inundación del río Orinoco. El primer sitio seleccionado corresponde a la planicie de inundación del río Orinoco donde se emplaza la laguna de Mamo, sobre la base de su tamaño y al conjunto de trabajos realizados en esta por la Fundación la Salle, los de Rodríguez y Lewis y los del autor que ha estudiado y cartografiado la vegetación asociada a los bordes de la laguna y del resto de la planicie de inundación (González, 1998, 2011).

La otra localidad seleccionada está representada por un área de cerca de 5.000 ha, al sur de la población de Requena y aun relativamente prístina. En esta, el plano de inundación del río Orinoco es cruzado por dos ejes de drenaje que han constituido bancos altos de albardón de orilla. La presencia de estas formas de terreno han condicionado un hábitat no o muy poco inundable y ha permitido el establecimiento de un conjunto de especies arbóreas de gran porte, que en unión con las ya adaptadas al mal drenaje estacional, crean una comunidad de bosque alto siempreverde de una relativa alta riqueza de especies, para los estándares de los boques inundables de este sector de la planicie de inundación del Orinoco. La mayor complejidad estructural de este tipo de bosque y una mayor oferta de flores, frutos y semillas, se debería reflejar también en una mayor riqueza de la fauna silvestre (González, 2011).

El establecimiento de corredores ecológicos fortalecerá la conectividad y la integridad ecológica entre las áreas protegidas que en el mediano plazo sean declaradas. Se sugiere que este sistema de corredores este asociado a la planicies de inundación del río Orinoco y los ríos principales que drenan sus aguas a estos sistemas.

Se debe aprovechar la diversidad y heterogeneidad de figuras del Sistema de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial que permita la protección de ecosistemas bajo figuras de régimen de administración especial no tradicionales, como por ejemplo: áreas de seguridad, áreas de protección de obras públicas y áreas críticas con prioridad de tratamiento, entre otras.

Incorporación de la jerarquía de la mitigación en la planificación del desarrollo petrolero de la FPO

El Estado y las empresas deberán desarrollar Evaluaciones Ambientales Estratégicas –EAEs– para la planificación a escala de los proyectos individuales en la FPO. Estas EAEs deben incorporar los resultados de ejercicios de Planificación de Biodiversidad del área de la FPO.

Las empresas deben aplicar la jerarquía de la mitigación (evitar-minimizar-compensar) para la planificación de las obras de infraestructura que desarrollarán en el área.

Las empresas deberán tomar en cuenta los resultados de ejercicios de planificación de biodiversidad de la FPO para incorporar las áreas sensibles como parte de las áreas que deben evitar y por lo tanto apoyar en la conservación como parte de las estrategias de compensación ambiental.

El Estado debe recoger las EAEs y las Evaluaciones de Impacto Ambiental –EIA– en un solo sistema que vaya incorporando la información en distintas escalas a fin de generar un sistema de monitoreo de la biodiversidad.

Estrategias en áreas para el manejo

Reducción de amenazas

Subestrategia

Actividades

Desarrollar actividades de restauración ecológica en áreas en los bosques y matorrales asociados al plano de inundación del río Orinoco y los bosques ribereños de los ríos que drenan sus aguas a este sistema, afectadas por actividades agroproductivas.

Impulsar y promover nuevas prácticas de conservación y uso del suelo para minimizar la erosión y producción de sedimentos, que pudiera afectar significativamente los ejes de drenaje y los cuerpos de agua lagunares así como también los represamientos de suministro de agua para la ganadería de área en consideración.

Promover con técnicas de restauración ecológica la recuperación de bosque periódicamente inundable de *Piranhea trifoliata* y *Homalium racemosum* que ha sido afectado por la deforestación en parches para el establecimiento de cultivos de ciclo corto de *Gossypium barbadensis* (algodón), *Cucumis melo* (melón) y *Citrullus lanatus* (patilla), durante el período seco del año.

Implementar prácticas agroecológicas para disminuir y mitigar el uso indiscriminado de agroquímicos, particularmente en el área asociada al sistema de riego del embalse de Calabozo.

Promover mejores prácticas de uso del suelo para reducir la producción de sedimentos, especialmente en las áreas ganaderas y zonas de riberas de los ríos.

Reglamentar y contener la expansión del sector agrícola y ganadero, presentes en sistemas ecológicos priorizados.

Planificar con el sector agroindustrial la inclusión de criterios sostenibles, de conservación y protección, de uso eficiente del recurso hídrico y del suelo, particularmente relacionados con las plantaciones forestales de *Pinus caribaea var hondurensis*, *Eucalyptus camaldulenses* y *Acacia mangium*. La primer especie citada ocupa en los llanos orientales y centro orientales cerca de 800.000 ha. En vista de que es una especie arbórea de rápido crecimiento que mantiene sus estomas abiertos durante gran parte del día y pierde por transpiración un volumen importante del agua, este recurso hídrico evapotranspirado ya no forma parte de la recarga del acuífero que mantiene durante todo el año al subsistema acuático y terrestre de los Palmares de Pantano (morichal). Se recomienda que un equipo investigador calificado establezca si ambos sistemas ecológicos puedan ser compatibles en el tiempo.

Promover acuerdos de conservación con propietarios o comunidades que poseen áreas de propiedad en sitios priorizados para conectividad lateral y longitudinal.

Se debe evitar la expansión de la frontera agrícola y pecuaria intensiva a costa de la destrucción de los bosques tropicales deciduos por la sequía, tanto primarios como secundarios. Este tipo de bosque está sometido a una alta tasa de deforestación como consecuencia de buena fertilidad natural de sus suelos. Este ecosistema es el más amenazado dentro del área de estudio y hasta el momento no posee en el país ninguna figura de conservación.

El mantenimiento de la ganadería extensiva que se practica en las sabanas distróficas de los llanos venezolanos se basa en el uso indiscriminado del fuego, para promover la conformación de brotes vegetativos con mayor contenido de humedad y de proteína y menos lignificados que sirven de alimento al ganado en la época seca. En muchos casos el fuego sin control afecta comunidades arbóreas adyacentes. Se recomienda la implementación de programas de educación y participación comunitaria que promuevan la introducción de pastos adaptados a suelos distróficos, así como dar a conocer las medidas preventivas para un uso racional del fuego como herramienta.

Afectación de los caudales ecológicos por el represamiento en sitios de presa.	Actualizar el inventario de proyectos de infraestructura actuales y en construcción que estén relacionados con el represamiento de aguas. Desarrollar protocolos y esquemas para la aplicación de prescripciones de caudales ambientales para los proyectos sectoriales que usen aguas. Diseñar e implementar un protocolo de monitoreo de calidad de agua para evaluar la respuesta ecológica con la implementación de recomendaciones de caudal ecológico que permita, posteriormente, ajustarlas de manera adaptativa. Evitar obras de transvase de cursos de agua sin una definición de los caudales ecológicos necesarios, así como la posible afectación aguas arriba y aguas abajo a los ecosistemas y especies.
Reducción de afectación de ecosistemas por la construcción de vialidad.	Actualizar el inventario de proyectos de infraestructura vial actuales y en construcción. Promoción y establecimiento de políticas públicas y ordenanzas de control y prevención de fenómenos erosivos y afectación del drenaje superficial por el represamiento de las aguas. Aplicación de técnicas constructivas ingenieriles y medidas ambientales que eviten el represamiento y modificación del caudal original de los ejes fluviales, lo que trae como consecuencia la muerte gradual de los ecosistemas o el cambio indeseable de su estructura. Hay que hacer especial mención a un proyecto vial que permitirá la conexión de San Fernando de Apure con la ciudad de Tucupita, atravesando de oeste a este toda la red hidrográfica de los llanos centrales, centro orientales y orientales. Esta carretera de servicios asociada al proyecto Faja Petrolífera del Orinoco deberá ser diseñada y construida tomando en cuenta criterios de conectividad e integridad ecológica con las mejores y más novedosas técnicas ingenieriles. De lo contrario, se afectaría de manera severa e irreversible los ecosistemas presentes aguas arriba y abajo en toda la región de la FPO.
Reducción de contaminación del agua y disposición final de desechos sólidos provenientes de centros poblados	Promoción y establecimiento de políticas públicas y ordenanzas de control y prevención de la contaminación del agua. Desarrollar sistemas de tratamiento de aguas grises y negras en todos los centros poblados para garantizar la calidad del agua antes de su vertimiento a los ríos. Construir plantas de tratamiento de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios. Implementación de sistemas de monitoreo de calidad y cantidad de agua. Realizar un inventario de los puntos de vertidos urbanos e industriales. Regular las concesiones de libre aprovechamiento de materiales de construcción que se efectúan en los lechos de los ríos que deterioran las condiciones de los ecosistemas acuáticos.
Restauración ecológica de áreas afectadas por actividades petroleras	Diseñar e implementar un protocolo de monitoreo de calidad de agua en aquellos cuerpos lagunares y particularmente los fluviales con régimen hidrológico permanente, que estén en el área de influencia de locaciones de gestión petrolera y además de las variables que se caracterizan en los muestreos de aguas convencionales. Incluir variables que estimen la afectación petrolera y demás derivados de los hidrocarburos, que se puedan englobar en la caracterización de hidrocarburos totales y otros parámetros. Coordinar con todas las empresas petroleras que operan en la faja, la realización del mantenimiento adecuado de los oleoductos primarios y secundarios y de esta forma reducir riesgos de derrames de petróleo. Establecer prácticas de restauración ecológica en aquellos sectores de los bosques ribereños a los ríos con un caudal permanente, donde los pobladores de los

[Continúa]

	asentamientos cercanos hayan intervenido el bosque para la extracción no sustentable de madera o la conformación de actividades relacionadas con la agricultura itinerante (conucos). Evaluación de impactos y aplicación de medidas de control, limpieza y restauración. Revisión periódica y puesta a punto de todos los planes y equipos de contingencia ante derrames de hidrocarburos a distintos niveles jerárquicos, en todas las empresas que operan en la FPO. Reposición y sustitución periódica de los equipos y suministros empleados para la prevención y control de los derrames de hidrocarburos con énfasis en los cuerpos de agua. Realizar cursos y entrenar al personal de la industria y de las comunidades adyacentes a las instalaciones petroleras, para la atención de contingencias ante derrames de hidrocarburos. Concientizar a las personas que viven en las adyacencias de la infraestructura petrolera sobre los riesgos a que se encuentran expuestos.
Mantenimiento de áreas afectadas por líneas de transmisión eléctrica.	El mantenimiento periódico de las líneas de transmisión eléctrica debe evitar alterar el ambiente geomorfológico de los ejes fluviales y la vegetación arbórea asociada y, en caso necesario, solo podar los individuos arbóreos para evitar que estos afecten la línea. Establecer un sistemas de monitoreo para el control y seguimiento del mantenimiento periódico de líneas de transmisión eléctrica en su paso por ejes de drenaje y su bosque asociado.
Cambio climático.	El trabajo de cambio climático utilizado identifica al delta interior del río Orinoco y parte de sus planos de inundables como áreas de recepción de biodiversidad para un escenario de cambio climático a cincuenta años. Se recomienda mantener la integridad ecológica, la estructura original de la vegetación y los patrones de drenaje existentes, de manera que estas áreas compensen las pérdidas por evapotranspiración que experimentará la lámina de agua asociada al desborde periódico del río Orinoco, que coincide con el período de lluvia estacional de esta región. Esto garantizará que en un escenario de cambio climático de cincuenta años estas áreas reciban la mayor biodiversidad posible.

Tecnificación y mejora de prácticas de manejo	
Mejorar las prácticas de manejo y recuperar ecosistemas degradados (palmares de pantano, sabanas distróficas).	Proteger la integridad ecológica de los Palmares de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i> asociados a los ejes de drenaje de aguas negras (altos contenidos de ácidos humínicos en solución) y ácidas y distróficas con caudales permanentes en especial de aquellos que han sido priorizados. Promover acuerdos y establecer programas de educación y participación comunitaria que promuevan la conservación, con pequeños propietarios o comunidades tanto indígenas como criollas que poseen áreas de propiedad en sitios priorizados, como es el caso de la restauración de ecosistemas de palmares de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i> (morichal). Generar procesos para el control de especies invasoras de agua dulce. Controlar y limitar el uso de fertilizantes en zonas que puedan afectar a los palmares de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i> (morichal). Incrementar y fortalecer las acciones de guardería ambiental que eviten y mitiguen la extracción ilegal de especies de peces con valor ornamental presentes en los ecosistemas de palmares de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i> (morichal).

[Continúa]

	Debido a la alta tasa de desaparición del ecosistema de sabana distrófica bien drenada, se recomienda seleccionar un área de por lo menos 500 hectáreas de este tipo de ecosistema al este de la ciudad de El Tigre al sur del río Chive, donde se encuentran presentes todos los componentes florísticos del estrato graminoide y leñoso para su protección.
Incentivar y fortalecer los planes de manejo.	Incrementar y fortalecer las acciones de guardería ambiental que eviten y mitiguen la extracción ilegal de especies de peces con valor ornamental presentes en los ecosistemas de palmares de pantano de <i>Mauritia flexuosa</i> (morichal) Dar a conocer y hacer cumplir el calendario cinegético anual publicado por el MPPPA, donde están contenidas las especies de interés cinegético, la localidad y la cantidad que pueden ser aprovechadas en todo el territorio nacional. Con énfasis en la tortuga terecay, <i>Podocnemis unifilis</i>. Hacer cumplir las vedas permanentes de todas las especies presentes en la FAP con énfasis en los mamíferos: <i>Pteronura brasiliensis</i> (perro de agua gigante), <i>Trichechus manatus</i> (manatí) e <i>Inia geoffrensis</i> (tonina del Orinoco) y los reptiles: <i>Podocnemis expansa</i> (tortuga arrau) y <i>Crocodylus intermedius</i> (caimán del Orinoco). Fomentar acciones de zoocría (en estaciones experimentales) para la liberación y restauración de especies amenazadas de reptiles, mamíferos y especies de aves como los psitácidos. Generar procesos participativos liderados por el MPPPA para establecer consejos de cuenca y fomentar el manejo de estas y unidades hidrográficas (aplicadas principalmente a las unidades priorizadas). Integrar y articular las áreas priorizadas para la conservación (terrestres y acuáticas) dentro de los planes y esquemas de ordenamiento territorial en entidades federales, municipios y parroquias. Incentivar y fortalecer los planes de manejo y protección de cuencas y fomentando el concepto multiescala de unidad hidrográfica de análisis y las áreas prioritarias para la conservación.
Fomentar usos sustentables de la biodiversidad acuática y ecosistemas acuáticos.	Promover el turismo ecológico y actividades de uso no consuntivo del agua como rafting o kayaking. Recuperar y fomentar las prácticas de pesca sostenible como oportunidad para mejorar la seguridad alimentaria, en especial de las comunidades indígenas asentadas en las orillas de los ríos. Dar a conocer y promover los permisos respectivos que requiere la normativa legal vigente (Ley de Pesca y Acuicultura) para el uso de los recursos hidrobiológico. Así mismo, es importante que para las principales pesquerías existan reglamentos que especifiquen las cuotas, los calendarios y las artes de pesca permitidas.
Generación y actualización de información	
Generar, levantar y recopilar información hidrológica base, de uso del recurso hídrico y servicios ecosistémicos	Recopilar y/o levantar la información sobre demanda de agua, localización de captaciones, cantidad de agua captada, etc. Realizar estudios sobre las futuras fuentes de recursos hídricos que utilizará la industria petrolera en los procesos relacionados con la refinación y mejoramiento de los hidrocarburos extrapesados. Realizar estudios de modelamiento hidrológico para cuantificar el recurso hídrico, planificar escenarios alternativos de su uso, y mitigar posibles impactos relacionados con la sedimentación.

	Realizar estudios de modelamiento de servicios ecosistémicos, para poder cuantificar la importancia de los ecosistemas en relación con los usuarios de los servicios Mejorar, fortalecer e integrar una red hidrometeorológica, que permita establecer en cada década si alguna variable ambiental como la temperatura media del aire y las variaciones de la lluvia media anual por localidad, pueda estar asociada con el fenómeno del cambio climático, así como evaluar los gastos medios anuales de los principales cursos fluviales permanentes y establecer si existe tendencia a la disminución o al aumento del gasto hidráulico en cada uno de los ríos evaluados a nivel decenal.
Levantamiento y generación de información de calidad de agua	Establecer una línea base de calidad del agua en la FPO que permita contar con datos actuales (Laboratorio Nacional de Hidráulica). Conformar una red de monitoreo básico de calidad del agua que considere indicadores físico-químicos y biológicos, así como parámetros que den a conocer directamente el impacto de las actividades petroleras.
Actualizar la información sobre biodiversidad acuática y terrestre	Identificar la biodiversidad acuática (peces, aves, mamíferos) y caracterizar sus funciones ecológicas en humedales y sistemas ecológicos priorizados. Fomentar, apoyar y realizar estudios en campo, para levantar información de biodiversidad acuática y procesos relacionados para evaluar la integridad ecológica de los sistemas acuáticos y su respuesta a las perturbaciones antrópicas. Realizar estudios sobre la bio-acumulación de contaminantes, especialmente metales pesados, en peces tope de la cadena trófica, en especial en los ríos Orinoco, Apure y sus principales tributarios. Identificar la biodiversidad acuática (flora y fauna) de aquellos cuerpos de agua tanto lagunares como fluviales hasta ahora carentes de estudio, que pudiesen contener especies con atributos para ser categorizadas como objetos de conservación de grano fino. Fomentar, apoyar y realizar estudios para caracterizar la biodiversidad acuática y procesos relacionados con el delta interior del Orinoco, donde hasta ahora han sido muy escasos los esfuerzos invertidos en la investigación relacionada con la utilización de los distintos tipos de vegetación presentes como sitios de alimentación, refugio y crecimiento, de las diferentes especies de la ictiofauna que migran estacionalmente a dicha planicie o delta interior. Identificar con mayor precisión las temporadas reproductivas y los patrones de movimiento y migración de peces de interés para el consumo humano tanto a nivel comercial como de subsistencia con la finalidad de instaurar medidas de preservación de sus hábitats.



PARTICIPANTES
DE LOS TALLERES

Taller 1. Metodología y definición de objetos de conservacion para la FPO

Fecha: 26 y 27 de abril de 2013

Nombre	Institución	Especialidad
Prof. Gerardo Cordero	Instituto de Zoología y Ecología Tropical	Ecología Animal
Lic. Julio Delgado	Oficina Nacional de Diversidad Biológica	Ecólogo Vegetal
Dr. Eva Colotti	IGDR	Climatóloga
MSc.Yamil Madi	MPPA	SiG-Fauna
Prof. Víctor H. Aguilera	UCV-Escuela de Geografía	Geo-Estadística
Karenia Córdova	IGDR	Teledetección
Ignacio Rincón	CENAMB	SIG
Geog. María Bastidas	PDVSA-Desarrollo Territorial	Gerente Ambiental
Geog. Hugo Rivas	PDVSA-Desarrollo Territorial	
MSc. Edgard Yerena	USB- Instituto de Recursos Naturales	Áreas Naturales Protegidas

Taller 2. Validación del portafolio de Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre y Acuática de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO).

Fecha: 30 de julio de 2013

Nombre	Institución	Especialidad
Dr. César Molina	Instituto de Zoología y Ecología Tropical	Ecólogo erpetólogo
Dr. Miguel Lentino	Fundación Ornitológica W. Phelps	Aves
Julio Delgado	Oficina Nacional de Diversidad Biológica	Vegetación
Yamil Madi		
Víctor Hugo Aguilera	IGDR UCV	
Karenia Córdova	IGDR UCV	Teledetección
Ignacio Rincón	CENAMB	SIG
Geog. María Bastidas	PDVSA Desarrollo Territorial	
Geog. Hugo Rivas	PDVSA Desarrollo Territorial	
Msc. Edgard Yerena	USB Instituto de Rursos Naturales	Áreas Naturales Protegidas
Dr. Ahymara Álvarez	USB Instituto de Rursos Naturales	Recursos Hídricos
Yenny Méndez		Sociologa
Carlos Reyes		Taxónomo
Eduardo Klein	USB	
Rafael Lairer	USB	Geógrafo
Fernando Rojas Rujanic	Museo, FLASA	
Pablo A. Lau Pérez	CEDAT, UNESR	
Elizabeth Gordon	Instituto de Zoología y Ecología Tropical	Plantas acuáticas
Alfonzo Arocha	PDVSA Puerto La Cruz	Ambiente y Petróleo
Oscar Lasso Alcalá	Museo, FLASA	Ictiólogo
Monserrat Bautis	FIIDT CPDI	
González Jennifer	IZET. Laboratorio de Plantas Acuáticas	
Valois González	IZET. Laboratorio de Ecología Vegetal	
Salbador Boher	IZET. Fundación Instituto Botánico de Venezuela	
Carlos González	IGDR UCV	

Taller 3. Validación portafolio y primera versión de estrategias

Fecha: 8 de octubre de 2013

Nombre	Institución	Especialidad
Dr. César Molina	Instituto de Zoología y Ecología Tropical	Ecologo erpetólogo
Dr. Miguel Lentino	Fundación Ornitológica W. Phelps	Aves
Julio Delgado	Oficina Nacional de Diversidad Biológica	Vegetación
Yamil Madi		
Victor Hugo Aguilera	IGDR UCV	
Karenia Cordova	IGDR UCV	Teledetección
Ignacio Rincón	CENAMB	SIG
Geog. María Bastidas	PDVSA Desarrollo Territorial	
Geog. Hugo Rivas	PDVSA Desarrollo Territorial	
Msc. Edgard Yerena	USB Instituto de Rursos Naturales	Áreas Naturales Protegidas
Dr. Ahymara Álvarez	USB Instituto de Rursos Naturales	Recursos Hídricos
Yenny Méndez		Sociologa
Carlos Reyes		Taxónomo
Eduardo Klein	USB	
Rafael Lairer	USB	Geógrafo
Fernando Rojas Rujanic	Museo, FLASA	
Pablo A. Lau Pérez	CEDAT, UNESR	
Elizabeth Gordon	Instituto de Zoología y Ecología Tropical	Plantas acuáticas
Alfonzo Arocha	PDVSA Puerto La Cruz	Ambiente y Petróleo
Oscar Lasso Alcalá	Museo, FLASA	Ictiólogo
Monserat Bautis	FIIDT CPDI	
González Jennifer	IZET. Laboratorio de Plantas Acuáticas	
Valois González	IZET. Laboratorio de Ecología Vegetal	
Salbador Boher	IZET. Fundación Instituto Botánico de Venezuela	
Carlos González	IGDR UCV	

Taller FPO 1. Taller de consolidación de portafolios dulce-acuícola y terrestre de la FPO

Fecha: 5 de noviembre de 2014

Asistentes	Institución
Manuel Berroterán	Total
Miguel Lentino	Colección Phelps
Shaenadhoa García	USB
Juan Papadakis	USB
Tatiana Caldera	USB
Carlos González	UCV
Haymara Alvarez	USB
Eduardo Klein	USB
Lila Gil	TNC
Juan Carlos González	TNC

Taller FPO 2. Diseño de Estrategias de Conservación de la Biodiversidad de la Faja Petrólífera del Orinoco Hugo Chávez Frías. Taller 1

Fecha: 6 de noviembre de 2014

Asistentes	Institución
Betty Rodríguez	PDVSA
Juan Rincón	PDVSA
Juan Carlos González	TNC
Valois González	UCV
Josmar Sánchez	FII-CPDI
Wladimir Barrios	FII-CPDI
Monserat Bautis	FII-CPDI
Shanandhoa García	USB
Hermes Olmos	USB
Carlos González	UCV
Eduardo Klein	USB
Tatiana Caldera	USB
Juan Papadakis	USB
Susana Martínez	USB
Miguel Lentino	Colección Phelps
Lesly Carruyo	Ministerio Ambiente
Haymara Álvarez	USB
Rina Suros	UCV
Nidia Ruiz	UCV
Daniela Betancourt	USB
Sofía Marín	USB
María González	USB
Federico Barrozo	UMC

Índice de mapas		
Nº	Título	Pág.
Definición de sitios prioritarios de conservación de agua dulce en la Faja Petrolífera del Orinoco		
Mapa 1	Mapa hipsométrico del área de estudio	
Mapa 2	Unidades hidrográficas de análisis	30
Mapa 3	Regiones ambientales (SAV) en la FPO	31
Mapa 4	Unidades hidrográficas de análisis (UHA) según tamaño	43
Mapa 5	Área inundable del río (AI) definida para la FPO	44
Mapa 6	Índice de condición ecológica por unidad hidrográfica de análisis	45
Mapa 7	Índice de importancia	46
Mapa 8	Índice de condición ecológica priorizado por unidad hidrográfica de análisi	46
Mapa 9	Agricultura intensiva en la unidad hidrográfica de análisis	48
Mapa 10	Agricultura extensiva en la unidad hidrográfica de análisis	49
Mapa 11	Ganadería intensiva en la unidad hidrográfica de análisis	49
Mapa 12	Ganadería extensiva en la unidad hidrográfica de análisis	50
Mapa 13	Plantaciones forestales en la unidad hidrográfica de análisis	50
Mapa 14	Represamientos en la unidad hidrográfica de análisis	51
Mapa 15	Densidad vial en la unidad hidrográfica de análisis	51
Mapa 16	Proyectos viales futuros o propuestos en la unidad hidrográfica de análisis	52
Mapa 17	Áreas urbanizadas en la unidad hidrográfica de análisis	52
Mapa 18	Población total en la unidad hidrográfica de análisis	53
Mapa 19	Infraestructura petrolera actual en la unidad hidrográfica de análisis	53
Mapa 20	Infraestructura petrolera futura en la unidad hidrográfica de análisis	54
Mapa 21	Infraestructura eléctrica actual en la unidad hidrográfica de análisis	54
Mapa 22	Infraestructura eléctrica futura en la unidad hidrográfica de análisis	55
Mapa 23	Cambio climático en la unidad hidrográfica de análisis, caso 1	55
Mapa 24	Cambio climático en la unidad hidrográfica de análisis, caso 2	56
Mapa 25	Índice de amenaza actual en la unidad hidrográfica de análisis	56
Mapa 26	Índice de amenaza total en la unidad hidrográfica de análisis	57
Mapa 27	Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática en la faja petrolífera del Orinoco	58
Mapa 28	Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática en la faja petrolífera del Orinoco versus índice de importancia	58
Mapa 29	Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad acuática en la faja petrolífera del Orinoco	61
Mapa 30	Unidades hidrográficas de análisis seleccionadas en el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y enmarcadas en la estrategia de conservación	62
Mapa 31	Unidades hidrográficas de análisis seleccionadas en el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y enmarcadas en la estrategia de manejo	63
Mapa 32	Unidades hidrográficas de análisis seleccionadas en el portafolio de áreas prioritarias para la conservación y enmarcadas en la estrategia de manejo	64
Definición de sitios prioritarios de conservación de ecosistemas terrestres en la Faja Petrolífera del Orinoco		
Mapa 33	Área de estudio	72
Mapa 34	Tipos de vegetación	77
Mapa 35	Agrupación de tipos de vegetación en objetos de conservación	78
Mapa 36	Mapa de riesgo ambiental	79
Mapa 37	Mapa de tamaño de parches	80
Mapa 38	Mapa de contexto	81
Mapa 39	Mapa de índice de metas	82

Mapa 40	Unidades de análisis (hexágonos)	84
Mapa 41	Áreas protegidas incluidas en el análisis del escenario	84
Mapa 42	Portafolio que cumple todas las metas de los 12 objetos de conservación	85
Mapa 43	Solución sumada del portafolio final que cumple todas las metas de los 12 sistemas ecológicos	86

Índice de tablas		
Definición de sitios prioritarios de conservación de agua dulce en la Faja Petrolífera del Orinoco		
Tabla 1	Ponderación de las variables en el índice de condición ecológica	31
Tabla 2	Rangos para la condición ecológica	32
Tabla 3	Objetos de conservación según su valoración	32
Tabla 4	Ponderación de las variables en el índice de condición ecológica priorizado	32
Tabla 5	Rangos obtenidos para la condición ecológica priorizada	33
Tabla 6	Ecosistemas naturales	34
Tabla 7	Ponderación de la amenaza actual	39
Tabla 8	Ponderación de la amenaza total	40
Tabla 9	Frecuencia de las UHA de acuerdo con los rangos de superficie	43
Tabla 10	Índice de contexto	47
Tabla 11	Criterios de priorización de las UHA seleccionadas como áreas prioritarias para la conservación (APPC)	59
Tabla 12	Unidades priorizadas para la estrategia de conservación contrastadas con el índice de contexto y metas propuestas de conservación	62
Tabla 13	Unidades priorizadas para la estrategia de conservación contrastadas con el índice de contexto y metas propuestas de conservación	63
Definición de sitios prioritarios de conservación de ecosistemas terrestres en la Faja Petrolífera del Orinoco		
Tabla 14	Tipos de vegetación analizados	74
Tabla 15	Agrupación de tipos de vegetación en objetos de conservación	77
Tabla 16	Datos actuales usados en análisis de riesgo ambiental	78
Tabla 17	Metas de objetos de conservación	82
Tabla 18	Metas de los sistemas ecológicos en el área de estudio	83

Estos créditos NO son
los definitivos



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.

Editado por
Tha Nature Conservancy
con el auspicio de
Total Oil and Gas Venezuela
y el Programa de las Naciones
Unidas para el Desarrollo
(PNUD) en Venezuela.

Editores:
Juan Carlos González
Lila Gil
Geidi Mora

Mapas:
Ebitdita Diilntoiuscitam Alibus
Apis et aligendel
Amod quaturconsedit
Pllessin Xomnihittate
Intodi Omnimiofficipsam
Rectibusnimi Commoluptae

Fotografía:
Antonio Briceño
y archivo Total Oil and Gas
Venezuela

Corrección de estilo y edición:
Alberto Márquez
Lucía Jiménez

Diseño:
Carolina Arnal

Asistente de diseño:
Daniela Alcalá

Retoque digital:
Denis Frank Rodríguez
Intermedia Digital

Tiraje
1.000 ejemplares

Impresión
XXXXXXXXXXXXXXXXX

Hecho el depósito de Ley
Depósito legal XXXXXXXX
ISBN 980-XXXXXXXXXX
Caracas, Venezuela
Noviembre, 2016

Este libro ha sido patrocinado
por la Gerencia de Desarrollo
Sostenible y SHA de Total
en el marco de su programa
de Desarrollo Ambiental en
Venezuela. Los conceptos
emitidos son responsabilidad
individual de cada uno de los
autores.

Las opiniones expresadas en
esta publicación corresponden
a los autores encargados de su
producción y no necesariamente
reflejan las opiniones del
Programa de las Naciones
Unidas para el Desarrollo
(PNUD), su Junta Directiva y
Estados Miembros; tampoco de
las agencias del Sistema de las
Naciones Unidas en Venezuela.
Este estudio es una publicación
independiente, resultado
del esfuerzo de un grupo de
consultores y consultoras de
prestigio que han acompañado
puntualmente la implementación
del PNUD en Venezuela.

