

# CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS ENTRE GRAN TIERRA ENERGY INC. COLOMBIA Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS “ALEXANDER VON HUMBOLDT”

**Fortalecimiento de la gestión social y ambiental de Gran Tierra, a través de un sistema de información socioecológica que soporte la toma de decisiones en el área de interés de la Cuenca Alta del Río Putumayo (aprox. 504.000 ha)**

## PRODUCTO 1

Plan de trabajo y cronograma detallado

### EQUIPO DE TRABAJO

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales  
Francisco Gómez – Subdirector  
Diana Díaz – Gerente de proyecto

Programa de Gestión Territorial  
Wilson Ramírez – Coordinador del programa  
Componente del proyecto de Lineamientos para la gestión integral de la biodiversidad  
Germán Corzo – Asesor del componente  
Sergio Vargas – Coordinador del componente  
Julián Díaz Timote – Experto análisis espacial del componente  
Vivian Ochoa – Experta servicios ecosistémicos  
Natalia Peña –Asistente de investigación

Programa Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad  
José Manuel Ochoa – Coordinador del programa  
Componente del proyecto de Modelamiento del Sistema Socio-ecológico  
María Cecilia Londoño – Asesora del componente  
María Isabel Arce – Coordinadora del componente  
Jaime Burbano- Experto análisis espacial del componente

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>5</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>5</b>
3.1	ÁREA ESTUDIO PRIORIZADA POR GRAN TIERRA .....	5
3.2	ÁREA DE ESTUDIO DELIMITADA POR UNIDADES BIÓTICAS .....	6
<b>4</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>ENFOQUE METODOLÓGICO – ACTIVIDADES CLAVE</b> .....	<b>9</b>
5.1	TALLERES CLAVE - REUNIONES ESTRATÉGICAS – SALIDA DE CAMPO .....	9
5.1.1	<i>Talleres con la empresa</i> .....	9
5.1.2	<i>Salida de campo</i> .....	9
5.1.3	<i>Talleres con actores estratégicos para entender las dinámicas del sistema socio-ecológico y plantear los escenarios posibles.</i> .....	9
5.1.4	<i>Reuniones estratégicas con la empresa</i> .....	10
5.2	METODOLOGÍA.....	10
5.2.1	<i>Gestión de información</i> .....	10
5.2.2	<i>Análisis de coberturas</i> .....	10
5.2.3	<i>Estado y beneficios de la biodiversidad: Priorización espacial de áreas de importancia para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos</i> .....	11
5.2.4	<i>Especies de interés</i> .....	12
5.2.5	<i>Servicios ecosistémicos</i> .....	12
5.2.6	<i>Conectividad estructural y funcional</i> .....	13
5.3	PRESIONES: IDENTIFICACIÓN Y MODELAMIENTO DE AMENAZAS.....	13
5.3.1	<i>Búsqueda de información existente para modelar el sistema socio-ecológico y la deforestación</i> .....	14
5.3.2	<i>Construcción de los escenarios con Gran Tierra</i> .....	14
5.3.3	<i>Modelamiento de los escenarios</i> .....	14
5.3.4	<i>Evaluación de los escenarios</i> .....	15
5.4	SISTEMA PARA EL SOPORTE DE TOMA DE DECISIONES.....	15
5.5	RESPUESTAS FRENTE A LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD .....	15
5.5.1	<i>Respuestas actuales</i> .....	15
5.6	PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ..	16
5.7	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN DEL DESARROLLO Y DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO.....	16
<b>6</b>	<b>CRONOGRAMA</b> .....	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>PRODUCTOS</b> .....	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>19</b>

## Lista de figuras

FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO PRIORIZADA POR GRAN TIERRA.....	6
FIGURA 2. ÁREA DE ESTUDIO DELIMITADA MEDIANTE UNIDADES BIÓTICAS.....	7
FIGURA 3. MODELO DE PRESIONES- ESTADO – BENEFICIOS – RESPUESTA (SPARKS, 2011).....	8
FIGURA 4. APLICACIÓN DEL MODELO PRESIÓN - ESTADO – BENEFICIO – RESPUESTA EN EL PROYECTO.....	9
FIGURA 5. PROCESO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	10
FIGURA 6. ESQUEMA METODOLÓGICO GENERAL PARA LA PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SE).....	11
FIGURA 7. RUTA PARA EL MAPEO DE SERVICIOS DE PROVISIÓN (ADAPTADO DE FRANCO-VIDAL, 2013).....	13
FIGURA 8. PROCESO PARA DESARROLLO DEL MODELO DE INTEGRALIDAD DEL PAISAJE.....	13
FIGURA 9. PREDICCIONES DE DEFORESTACIÓN PARA LA REGIÓN AMAZÓNICA EN BRASIL, BAJO DOS ESCENARIOS (A) ANTES Y (B) DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA DEFORESTACIÓN EN LA AMAZONIA (ROSA ET AL, 2013).....	15

## Lista de tablas

TABLA 1. RESPUESTAS DE LA SOCIEDAD FRENTE A LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD.....	16
TABLA 2. CONTENIDO DE CADA PRODUCTO DEL PROYECTO.....	17

## 1 INTRODUCCIÓN

Evitar la pérdida neta de biodiversidad es el nuevo reto que enfrentan las empresas a nivel nacional y global. Para afrontar este reto, las empresas deben aplicar la jerarquía de la mitigación a lo largo de todo el ciclo de vida de sus proyectos; lo que implica adoptar procesos de evaluación, planificación y monitoreo que incorporen de manera efectiva la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en la toma de decisiones.

La aplicación de la jerarquía de la mitigación durante el ciclo de vida de un proyecto implica decisiones ex ante y ex post. Las decisiones ex ante requieren alertas tempranas que permitan evitar y minimizar los impactos del proyecto. Esto requiere de una cuidadosa planeación espacial de la localización de la infraestructura y de los disturbios que van a ser generados por el proyecto y por tanto requiere información espacial sobre los valores de la biodiversidad y su estatus legal (ej. áreas críticas para la conservación de la biodiversidad, áreas bajo protección legal).

Las decisiones Ex post requieren la planeación, implementación y monitoreo de las compensaciones por pérdida de biodiversidad para asegurar efectividad e incluso adicionalidad. Estas decisiones requieren información acerca del estado de la biodiversidad, del cambio esperado de la biodiversidad bajo escenarios futuros de cambio de uso del suelo, de la priorización de áreas idóneas para compensar, de las estrategias para optimizar la compensación (ej. Compensaciones agregadas) y de las acciones puntuales a implementar para asegurar la no pérdida neta e incluso la ganancia neta de biodiversidad.

Gran Tierra Energy, como empresa de exploración y producción de petróleo que opera en la Cuenca Alta del Río Putumayo, tiene un reto enorme frente a la conservación de una de las regiones más ricas en biodiversidad del país. El presente proyecto se diseñó con el fin de que el Instituto Humboldt le brinde a Gran Tierra Energy información socioecológica territorial que le permita incorporar lineamientos para la gestión integral de la biodiversidad en su toma de decisiones en la Cuenca Alta del Río Putumayo.

## 2 OBJETIVO

Fortalecer la gestión social y ambiental de Gran Tierra Energy a través de un sistema de soporte a la toma de decisiones para un área de interés de aprox. 504.000 ha en la Macro Cuenca de la Amazonía<sup>1</sup>, zonas hidrográficas de Caquetá y Putumayo.

### 2.1 Objetivos específicos

- Priorizar espacialmente las áreas de importancia para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del área de interés en las zonas hidrográficas de Caquetá y Putumayo.
- Modelar el sistema socioecológico en el área de interés en las zonas hidrográficas de Caquetá y Putumayo bajo diferentes escenarios de intervención de la empresa.
- Generar lineamientos para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en el área del proyecto como soporte a la toma de decisiones de la empresa.
- Generar el modelo en ArcGIS que le permita a la empresa hacer consultas geográficas con la información generada por el proyecto como soporte a la toma de decisiones.
- Desarrollar e implementar una estrategia de comunicación del proyecto y de sus resultados dirigida a actores estratégicos.

## 3 ÁREA DE ESTUDIO

### 3.1 Área estudio priorizada por Gran Tierra

La zona de estudio priorizada por Gran Tierra se encuentra ubicada en la macro cuenca de la Amazonía, en las zonas hidrográficas de Caquetá y Putumayo e incluye las subzonas hidrográficas<sup>2</sup> del Alto y Medio Río Putumayo, Alto y Medio Río Caquetá, Río Mecaya y Río San Miguel. Comprende un área de aproximadamente 504.000 hectáreas, en jurisdicción de los municipios de Puerto Caicedo, Orito, San Miguel, Puerto Guzmán, Villagarzón, Mocoa, Valle del Guamuéz y Puerto Asís en el Departamento de Putumayo, y Piamonte en el Departamento de Cauca (ver **Figura 1**).

El área de estudio se caracteriza por tener una variedad de biomas entre los que se encuentran los Helobiomas e Hidrobiomas del Alto Caquetá, Alto Putumayo y Piedemonte Amazonas, los Zonobiomas Húmedos Tropicales del Alto Putumayo y Piedemonte Amazonas, y el Orobioma Subandino del Piedemonte Amazonas. A su vez, presenta un rango altitudinal que oscila entre los 230 – 1600 m.s.n.m.

El área presenta una intervención media con procesos de colonización activa que vienen transformando las coberturas boscosas en mosaicos de pastos y cultivos. A pesar de esto se encuentran grandes parches de cobertura vegetal en el área.

---

<sup>1</sup> Inicialmente se hablaba de Cuenca Alta del Río Putumayo; una vez realizados los primeros análisis espaciales se identificó que el área definida abarca las zonas hidrográficas del Putumayo y Caquetá, las cuales hacen parte de la Macrocuena de la Amazonía.

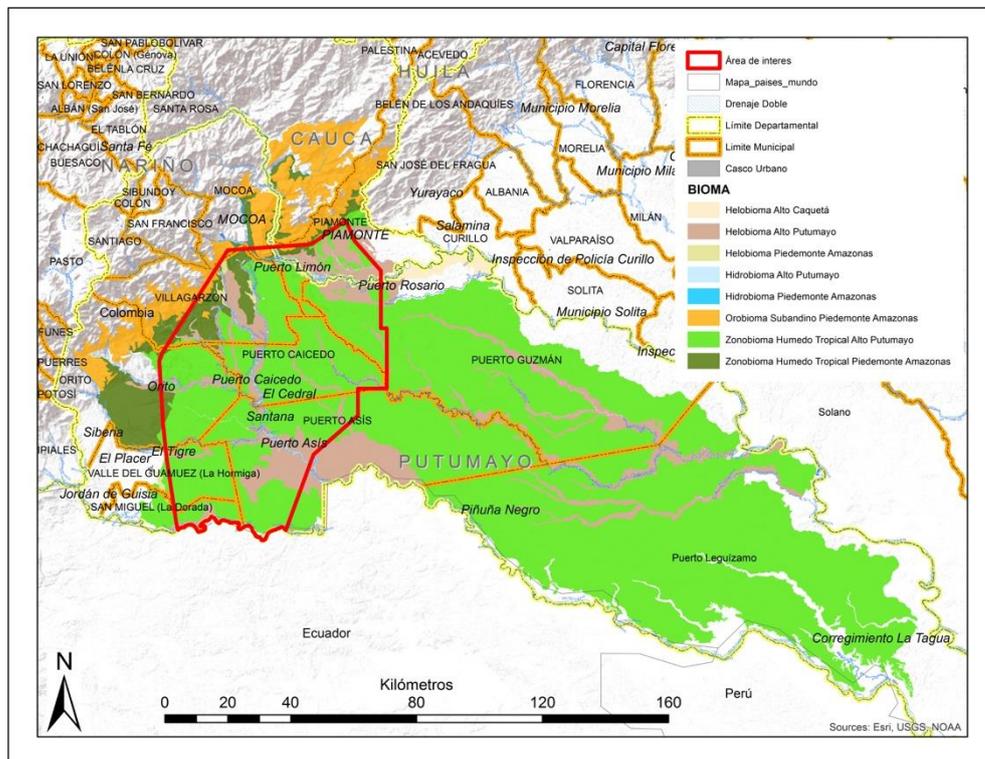
<sup>2</sup> Corresponden a unidades de análisis espacial hidrológicas conformadas por sistemas de drenaje con áreas mayores a 5.000 km<sup>2</sup>. Constituyen el tercer nivel de zonificación según el Mapa de la Red Hidrográfica de Colombia del IDEAM. Estas unidades conforman las 41 zonas hidrográficas, y a su vez las 5 áreas hidrográficas del país. Respecto a las subzonas hidrográficas se acoge lo establecido en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010) y Red Hidrográfica de Colombia (IDEAM, 2009) (MADS, 2018).



**Tabla 1.** Unidades bióticas presentes en las áreas de estudio.

Unidades Bióticas	Área ha
Helobioma Alto Caquetá	13.798,9
Helobioma Alto Putumayo	239.485,0
Helobioma Piedemonte Amazonas	7.808,3
Hidrobioma Alto Putumayo	17.996,7
Hidrobioma Piedemonte Amazonas	3.773,8
Orobioma Subandino Piedemonte Amazonas	142.433,1
Zonobioma Humedo Tropical Alto Putumayo	1.324.102,1
Zonobioma Humedo Tropical Piedemonte Amazonas	96.641,1
<b>Área Total</b>	<b>1.846.038,9</b>
<b>Rango altitudinal</b>	<b>165 - 1.913 m.s.n.m*</b>

\*Metros sobre el nivel del mar.



**Figura 2.** Área de estudio delimitada mediante unidades bióticas.

#### 4 MARCO DE REFERENCIA

Para este proyecto se usará como marco de referencia el modelo Presión-Estado-Beneficios-Respuesta (PEBR) (ver Figura 3) (Sparks, 2011), para realizar una Evaluación Regional de la Biodiversidad (ERB) que sirva de insumo para la construcción del sistema de soporte a la toma de decisiones para la empresa.

Siguiendo este modelo es posible entender un sistema socio-ecológico a través de:

- La evaluación del estado de la biodiversidad (conocer estado y cambio de la biodiversidad en un área de interés).
- La evaluación de los beneficios derivados de la biodiversidad y por tanto la comprensión de lo que implicaría su pérdida.
- La identificación de las presiones que están causando la pérdida de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, no exclusivamente asociada a los impactos ambientales de la industria hidrocarburífera, sino también las amenazas atribuibles a la sociedad en su conjunto y particularmente a las del sector agropecuario, así como las amenazas de tipo natural.
- La evaluación de las respuestas de la sociedad frente a esta pérdida.

Con el objetivo de analizar a una escala local los sistemas socio-ecológicos se han planteado las Evaluaciones Regionales de Biodiversidad (ERB), las cuales son una herramienta que permite poner en un contexto regional todos los elementos que caracterizan la biodiversidad como un sistema (composición, estructura y función) y sus niveles de organización (genes, poblaciones, comunidades y ecosistemas), con el fin de evaluar su condición en un momento dado y modelar las tendencias de su comportamiento mediante análisis espaciales y modelos estadísticos.

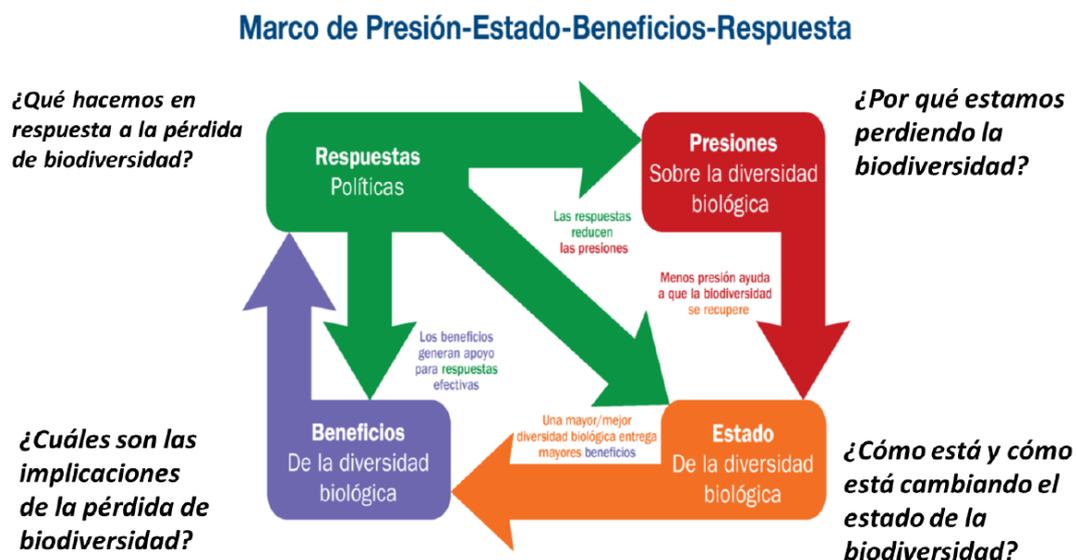


Figura 3. Modelo de Presiones- Estado – Beneficios – Respuesta (Sparks, 2011).

El sistema de soporte a la toma de decisiones que se va a construir para Gran Tierra en el área de interés priorizada por la compañía, busca definir una serie de lineamientos para la gestión integral de la biodiversidad (Respuestas - Propuesta) a partir de la priorización de áreas de importancia para la biodiversidad (Estado), la priorización de áreas de importancia para la provisión de servicios ecosistémicos (Beneficios), la identificación y el mapeo de instrumentos normativos y de política pública (Respuestas actuales), la identificación y modelamiento de las amenazas actuales y futuras bajo diferentes escenarios de intervención de Gran Tierra (Presiones) y de sus

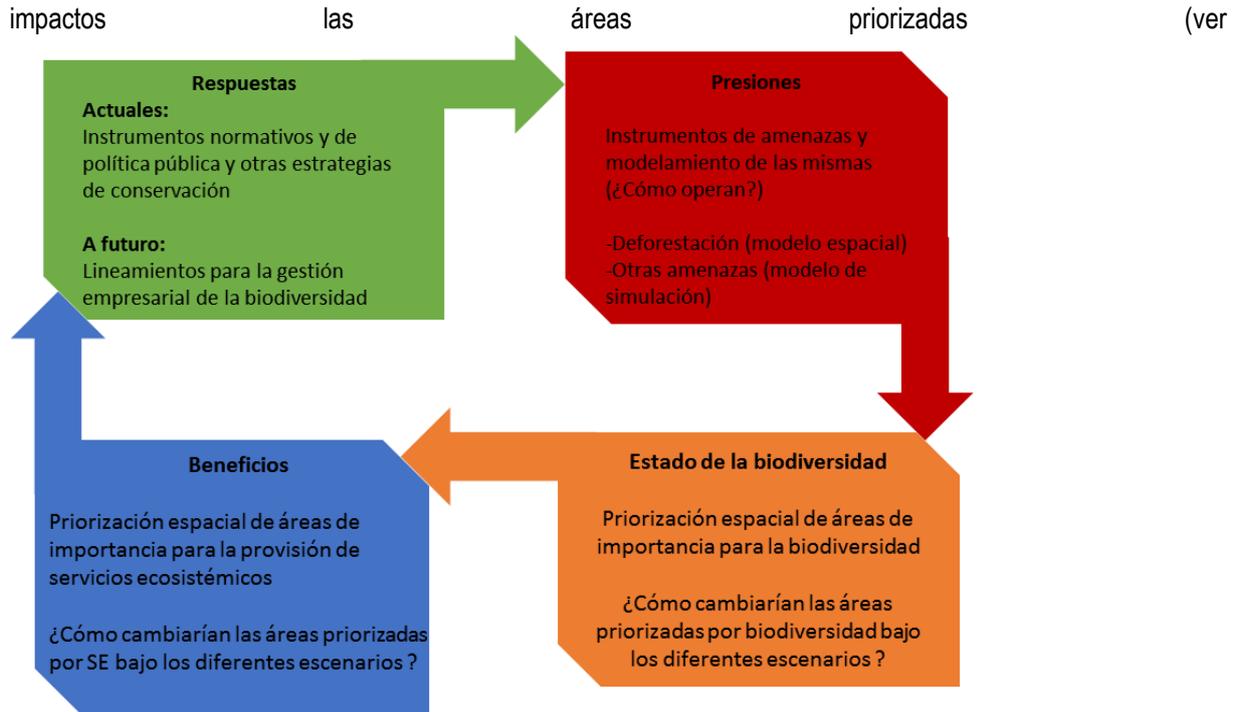


Figura 4).

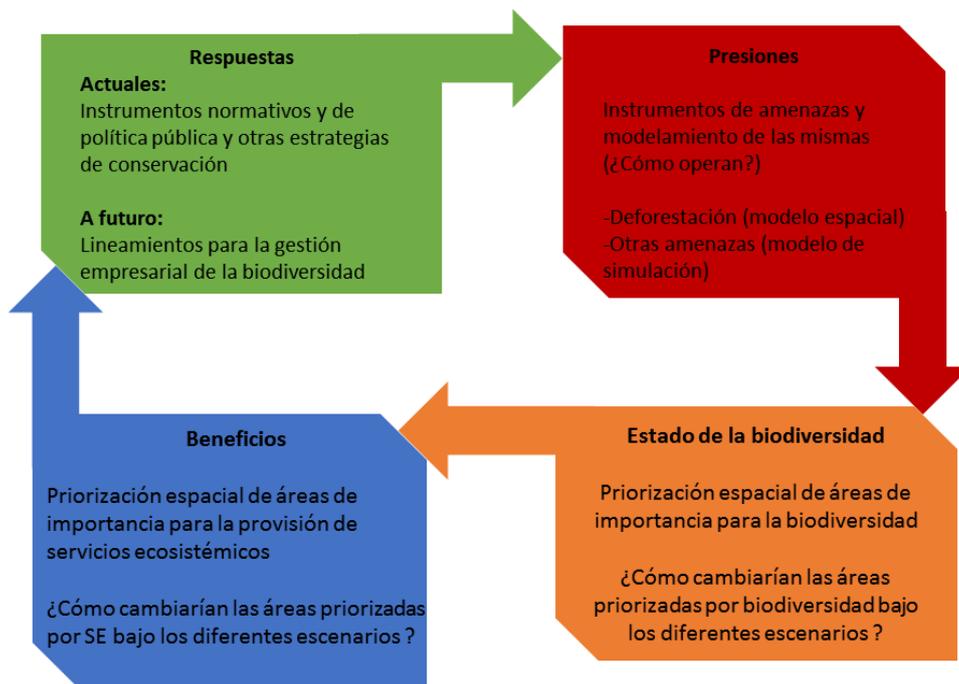


Figura 4. Aplicación del modelo Presión - Estado – Beneficio – Respuesta en el proyecto

## 5 ENFOQUE METODOLÓGICO – ACTIVIDADES CLAVE

### 5.1 Talleres Clave - Reuniones Estratégicas – Salida de Campo

#### 5.1.1 Talleres con la empresa

Inicialmente se plantea realizar un taller con Gran Tierra que permita lograr una primera aproximación al modelo conceptual sobre el contexto de la biodiversidad y sus relaciones de estado, presión y respuesta en el territorio.

### 5.1.2 Salida de campo

A partir de las relaciones de estado, presión y respuesta que se identificarán con la empresa, los puntos de interés de la empresa y la facilidad de acceso al territorio se realizará una propuesta de recorrido preliminar. En esta salida de campo se trabajará con los actores clave que se identificarán en el primer taller con la empresa y a partir de la información secundaria que se viene compilando. La salida de campo estará orientada al reconocimiento del territorio y a la identificación de las variables que están causando la pérdida de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

### 5.1.3 Talleres con actores estratégicos para entender las dinámicas del sistema socio-ecológico y plantear los escenarios posibles.

Posterior al recorrido en campo se propone realizar un taller con los actores estratégicos de la región como el instituto Sinchi, Corpoamazonia, MADS y los sectores productivos de la zona para establecer las relaciones entre los elementos del sistema. Para definir actores de carácter más local se discutirá con el área social de Gran Tierra. La información primaria recolectada del recorrido, los talleres y la información secundaria que se ha venido gestionando se integrará para alimentar el Modelo Conceptual que establece las relaciones (positivas y negativas) entre los diferentes elementos del sistema. Esta propuesta de salida de campo no incluye muestreos de biodiversidad ya que para alimentar el modelo solamente se utilizará información secundaria a partir de cifras oficiales y trabajos hechos previamente en la zona. Lo cual, se complementa con la información recolectada en campo con los talleres que se realizarán con los actores sobre las dinámicas de transformación del territorio y la pérdida de biodiversidad.

### 5.1.4 Reuniones estratégicas con la empresa

Con el propósito de entender las relaciones en el territorio y cómo la empresa interactúa en él, se propone realizar reuniones IAvH – Empresa en diferentes momentos del proyecto. Estas reuniones tienen el propósito de socializar y discutir las implicaciones de la sostenibilidad en cada uno de los escenarios del modelo planteado, así como de los lineamientos definidos para la gestión empresarial de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

## 5.2 Metodología

A continuación, se describe brevemente la metodología a usar en el proyecto. La metodología detallada será entregada con cada uno de los informes de avance del proyecto.

### 5.2.1 Gestión de información

Con el propósito de desarrollar, soportar y alimentar los modelos conceptuales se requiere la obtención de información secundaria relevante que nos permita desarrollar estos con la menor incertidumbre posible. A su vez, la construcción de los lineamientos para la gestión empresarial de la biodiversidad y servicios ecosistémicos requieren información secundaria.

Para esto se definió un proceso de gestión de información (ver Figura 51) que consiste en adquirir, ordenar, categorizar y almacenar información secundaria de importancia para el desarrollo del proyecto, que permita llevar a cabo análisis en el marco del sistema de soporte para la toma de decisiones.

En este proceso se prioriza la identificación de la información requerida, así como los actores clave en el suministro de esta de acuerdo a la zona de estudio establecida. En el proceso de gestión de la información, esta es ordenada

por categorías (básica, biodiversidad, servicios ecosistémicos, socio-económica, institucional, determinantes, presión) y almacenada en un sistema de información que nos permita analizarla.



Figura 5. Proceso de gestión de la información.

## 5.2.2 Análisis de coberturas

Se realizarán análisis de coberturas, mediante el procesamiento de imágenes satelitales RapidEye que cubran la zona de estudio del proyecto, la cual corresponde a un área de 504.219 km<sup>2</sup> en los Departamentos de Putumayo y Cauca. Estas imágenes tendrán las siguientes especificaciones:

- i. Resolución espectral de 5 bandas (Azul, Verde, Rojo, *Red Edge* e Infrarrojo cercano).
- ii. Resolución espacial de 5 metros
- iii. Imágenes corregidas radiométricamente, a nivel de sensor, geométricamente y referenciadas (en el Sistema de Coordenadas planas UTM Datum WGS849)
- iv. Imágenes RapidEye con el nivel 3A Producto Ortho de procesamiento – Producto Ortho RapidEye.
- v. Años 2017-2018 (dependiendo de disponibilidad)
- vi. Con porcentaje de nubosidad igual o menor al 20%.

Para el procesamiento de estas imágenes se usará la metodología Corine Land Cover para Colombia hecha por el IDEAM en 2010. Así mismo, se elaborará una *Geodatabase* y metadatos de acuerdo a los requerimientos del ANLA (Resolución 2182 de 2016).

Se realizará verificación en campo de las coberturas de acuerdo a la accesibilidad de zonas en el área del proyecto, de cualquier forma, la verificación será complementada con información disponible para la zona con mapas de cobertura de la tierra escala 1:100.000 e imágenes de alta resolución de Google Earth.

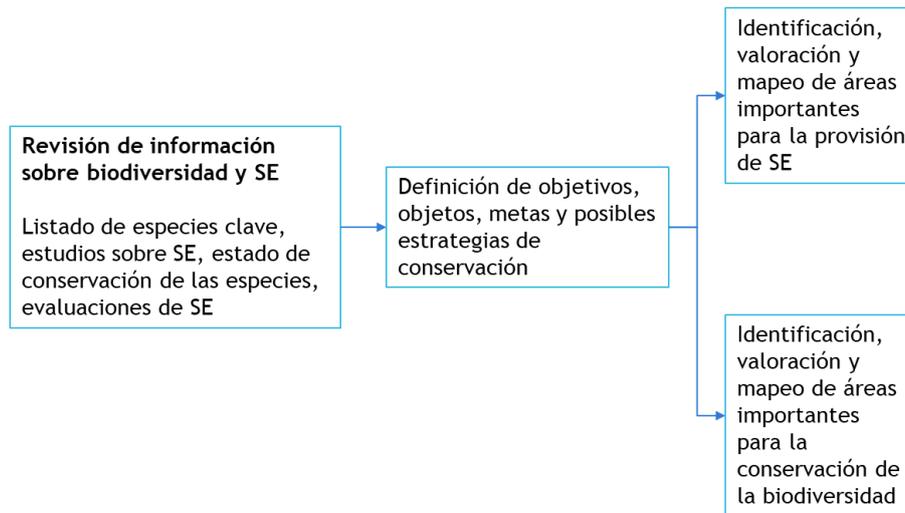
Para la verificación de coberturas en campo se tiene una propuesta de muestreo predefinido en el que se plantean 15 días de salida de campo. Con la salida de campo para identificar las dinámicas que están generando presión sobre la biodiversidad se tendrán más insumos para el detalle de la salida para verificación de coberturas. En los próximos informes se describirá con mayor detalle la metodología de esta actividad.

Como resultado de esta actividad se entregará un mapa de coberturas de la tierra escala 1:25.000 para el área de interés de la empresa de 504.219ha. Para las dos escalas se generaran los mismos análisis, una *Geodatabase* y metadatos, junto con un informe final en el que se encontrara la descripción paso a paso de los métodos de interpretación, los resultados del análisis de coberturas y el soporte del trabajo de verificación en campo.

Para el área regional se trabajará con las coberturas de la tierra disponibles a escala 1 :100.000.

## 5.2.3 Estado y beneficios de la biodiversidad: Priorización espacial de áreas de importancia para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

La priorización espacial de áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad y para la prestación de servicios ecosistémicos iniciará con la identificación de objetivos claros de conservación, de objetos (ej. Especies sombrilla, endémicas, coberturas naturales, etc.), de metas claras asociadas a estos objetos y de posibles estrategias de conservación en el área de estudio. Para identificar estos objetos de conservación y definir metas se hará una revisión de información documental y espacial disponible para el área del proyecto, y se complementará con la información obtenida del taller inicial con actores estratégicos en la región (ver Figura 6).



**Figura 6.** Esquema metodológico general para la priorización de áreas de importancia para biodiversidad y servicios ecosistémicos (SE).

Definidos los objetos y metas de conservación, se procederá a espacializar las áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en el área del proyecto. Para este fin se realizarán análisis de conectividad estructural y funcional en el área de interés.

Uno de los procesos ecológicos clave para asegurar la persistencia de la biodiversidad es el movimiento de las especies, las poblaciones y los individuos. Para mantener este proceso ecológico el paisaje debe estar adecuadamente conectado. Además, para asegurar el mantenimiento de la provisión de servicios ecosistémicos en un paisaje, no solo se debe asegurar el mantenimiento de las coberturas naturales, sino que se debe promover su conectividad. Esta conectividad debe ser funcional, es decir, debe estar orientada específicamente a las especies y servicios ecosistémicos de interés y por tanto trasciende la conexión física entre fragmentos de ecosistemas naturales. Es por esta razón que la conectividad funcional es el ideal a alcanzar en la planificación del paisaje y por tanto es una de las variables más importantes a evaluar para la definición de áreas de importancia para la conservación.

El principal insumo en los análisis de conectividad es la información sobre las coberturas de la tierra. Por esta razón se usará información de coberturas de la tierra escala 1:100.000 del año 2014 - 2016 y se interpretarán coberturas de la tierra para el área de interés del proyecto a escala 1:25.000 a partir de las imágenes Rapid Eye que estén disponibles de 2017 y 2018.

#### 5.2.4 Especies de interés

Para definir las especies objeto de conservación, se trabajará con información secundaria que permita realizar una caracterización biológica rápida del área de estudio, evaluar la diversidad de los grupos biológicos presentes e identificar su importancia en términos ecológicos. Estas especies priorizadas son definidas teniendo en cuenta su estado de conservación, distribución geográfica, función ecológica, y el rol que desempeñan en términos del mantenimiento de la estructura y función de ecosistemas naturales, y su vulnerabilidad en relación con la alteración de estos por actividades antrópicas. Esta priorización podrá hacerse de manera participativa con expertos en biodiversidad local y aquellas organizaciones e instituciones que tienen interés o injerencia en la región.

#### 5.2.5 Servicios ecosistémicos

En el caso de los servicios ecosistémicos, se hará una revisión y análisis de los servicios ecosistémicos de las dos zonas priorizadas a través de variables sustitutas indicadoras, con las cuales se espera hacer el modelamiento

espacial de estos. Para esto es necesario contar con información cartográfica que permita espacializar dichos servicios (ver Figura 7).

Un ejemplo de las variables que se podrían considerar serían la precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración; se consideran como entradas al ciclo: la precipitación, y como salidas: la evaporación, la transpiración, la infiltración y la escorrentía (IDEAM 2014). Con base en estas variables es posible obtener un acercamiento a la oferta hídrica de un territorio a partir de los cálculos de la Escorrentía Superficial Directa (ESD) y su relación con la cobertura para determinar la regulación.

Se podrán priorizar servicios ecosistémicos (i.e. servicios de alimento, polinización, carbono en vegetación, control de erosión y sedimentos, oferta y regulación hídrica) de acuerdo con la información recopilada sobre la región tanto secundaria como primaria con los talleres realizados con los actores claves.

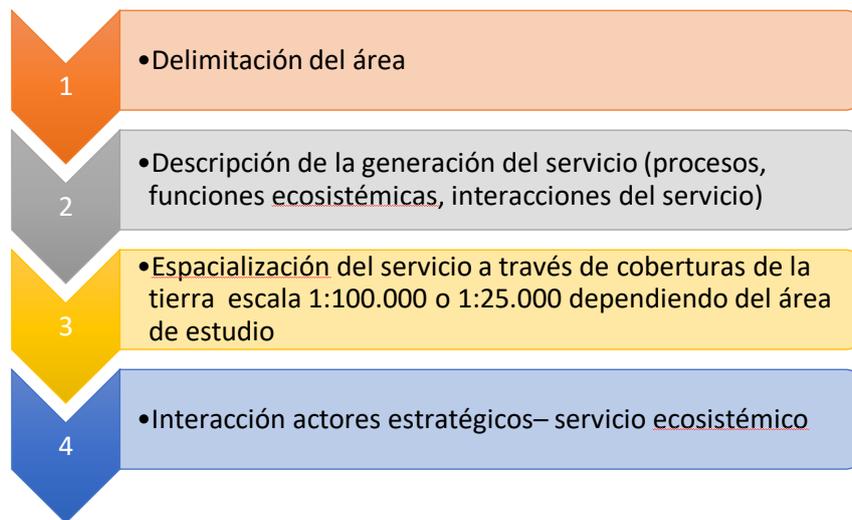


Figura 7. Ruta para el mapeo de servicios de provisión (Adaptado de Franco-Vidal, 2013).

### 5.2.6 Conectividad estructural y funcional.

A partir de la información de coberturas de la tierra y de la información puntual sobre las especies y servicios ecosistémicos a incluir en la priorización espacial se realizarán las siguientes actividades para identificar áreas de importancia para el mantenimiento y aumento de la conectividad estructural y funcional en el área de interés del proyecto:

- Se evaluará la integridad ecológica del paisaje (ver Figura 81) a través de métricas como el área núcleo, proximidad de los fragmentos, la relación área/perímetro de los mismos y la distancia euclidiana al vecino más cercano. A partir del análisis de integridad ecológica y de la información compilada se identificarán las áreas núcleo clave (fragmentos de cobertura natural clave) para la conservación de las especies objeto de conservación y para la provisión de servicios ecosistémicos.
- Se evaluará la conectividad estructural y funcional del paisaje a través de *software* especializados que usan diferentes métodos (i.e. Circuit scape, fragstat, entre otros).
- Se modelarán los corredores de conectividad en el área de estudio a través de análisis espaciales.



**Figura 8.** Proceso para desarrollo del modelo de integralidad del paisaje.

### **5.3 Presiones: identificación y modelamiento de amenazas**

En este componente se busca identificar y comprender los motores y mecanismos de cambio en el área de interés, con el fin de entender los posibles impactos que el desarrollo de los sectores productivos ha tenido en los ecosistemas de la zona y prever bajo diferentes escenarios de intervención los impactos a futuro.

Como parte de las Evaluaciones Regionales de Biodiversidad se realiza el modelamiento socio-ecosistémico a escala local por medio de un modelo conceptual inicial que permite identificar las relaciones entre los diferentes elementos del sistema que hacen parte de la identificación de presiones o amenazas a la biodiversidad y que representan el estado de la diversidad biológica. Posteriormente, se parametriza el modelo y se plantea un modelo de simulación que permite visualizar escenarios a través de gráficos del comportamiento de las variables involucradas. Por otro lado, se correrá un modelo de deforestación espacialmente explícito, que permitirá identificar la probabilidad de deforestación en el tiempo para la zona (p.e. Figura 9).

#### **5.3.1 Búsqueda de información existente para modelar el sistema socio-ecológico y la deforestación**

A partir de la primera versión del modelo conceptual construido en campo se realiza una revisión de literatura y búsqueda de datos abiertos, la cual permitirá acotar el modelo e identificar vacíos de información para la construcción de este. Para el modelo de deforestación se definen previamente los patrones de deforestación y las variables a ser incluidas en el modelo. Ya con estas variables se realiza un análisis para identificar aquellas con mayor efecto sobre la deforestación y se ajusta el modelo. A partir del modelo de deforestación se realizan simulaciones, se calibra y se realiza la validación cruzada para medir precisión. Con el modelo conceptual que incorpora las cifras, se plantean las funciones que relacionan los elementos del modelo y se construye el modelo de simulación.

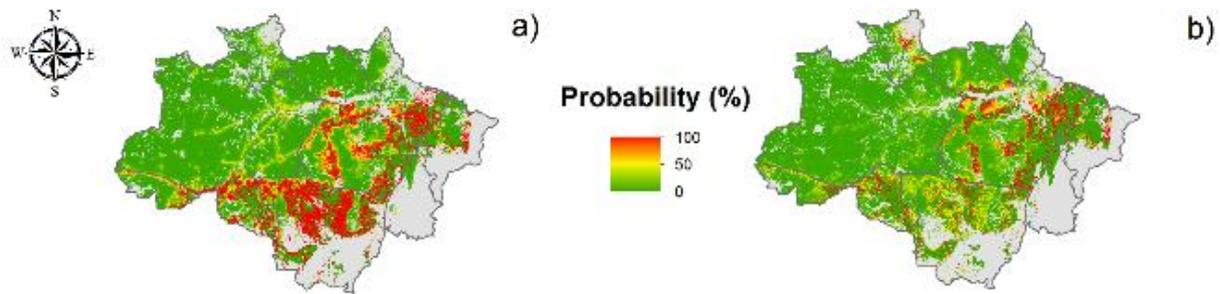
#### **5.3.2 Construcción de los escenarios con Gran Tierra**

Se construirán entre dos y tres escenarios, uno que tendrá en cuenta el desarrollo futuro de GTE, un modelo de "Business as usual" y uno de desarrollo futuro de GTE con mejores prácticas, considerando las recomendaciones que resulten de este proyecto. Se debe tener en cuenta que los escenarios dependerán de las variables identificadas en los talleres, de las cuales se consiga información y aquellas de mayor importancia identificadas por medio del modelo de deforestación, por tanto se podrán definir más exactamente las variables a incluir luego de estas actividades. Los escenarios serán construidos de la mano con Gran Tierra a través de reuniones estratégicas.

#### **5.3.3 Modelamiento de los escenarios**

A partir del modelo de simulación definido se plantearán los escenarios y se hace el análisis de sensibilidad para estudiar el comportamiento del modelo a cambios en el sistema. Se realizarán entre dos y tres escenarios, uno que tendrá en cuenta el desarrollo futuro de GTE, un modelo de "Business as usual" y uno bajo mejores prácticas, considerando las recomendaciones que resulten de este proyecto. Se debe tener en cuenta que los escenarios dependerán de las variables identificadas en los talleres, de las cuales se consiga información y aquellas de mayor importancia identificadas por medio del modelo de deforestación, por tanto se podrán definir más exactamente las variables a incluir luego de estas actividades. Los escenarios permitirán la identificación de variables clave a monitorear y de indicadores del estado de la zona. Como paso final, una vez construido el modelo de simulación,

con los escenarios, se realiza un taller de validación con la empresa y se realizan talleres para generar ajustes de acuerdo a las discusiones que surjan dentro de estos.



**Figura 9.** Predicciones de deforestación para la región Amazónica en Brasil, bajo dos escenarios (a) antes y (b) después de la implementación del plan de acción para la protección y control de la deforestación en la amazonia (Rosa et al, 2013).

Con el modelo final se contará con el resumen de la información recolectada y el análisis de las relaciones entre las variables de mayor importancia dentro del sistema de interés. Este análisis permite no sólo comprender mejor el funcionamiento del sistema, sino que permitirá proyectar escenarios de interés para la empresa, los cuales quedarán disponibles para su consulta, ya sea con mapas que incluyen la información de estos escenarios o el uso de los gráficos con las tendencias como resultado del modelo de simulación.

### 5.3.4 Evaluación de los escenarios

Posterior a la definición de los escenarios con la empresa y a la construcción del modelo se propone evaluar los tres escenarios propuestos: 1) futuro de GTE 2) "Business as usual" y 3) desarrollo futuro de GTE con mejores prácticas a partir de las siguientes preguntas:

- a) ¿Cómo cambia la conectividad del paisaje bajo los diferentes escenarios futuros?
- b) ¿Cómo se impactan las áreas de importancia para la biodiversidad y los SE?

## 5.4 Sistema para el soporte de toma de decisiones

Generalmente quienes toman decisiones sienten que la información y el conocimiento suministrado por los científicos no siempre es relevante o pertinente, y las decisiones terminan tomándose sin suficiente o adecuada información. Como parte de este proceso se definirá y conceptualizará un sistema para el soporte de la toma de decisiones (SSTD).

Se identificarán las preguntas clave del sistema y se definirán matrices de evaluación y árboles de decisión que permitan con la información generada para responderlas. Se entregará un modelo en ArcGis que permita superponer polígonos de interés con los resultados de los diferentes análisis realizados en el marco del proyecto. Adicionalmente, se incluirá una GDB con la información obtenida incluyendo las coberturas de la tierra a escala 1:25.000 del área del proyecto, el funcionamiento del modelo se definirá participativamente entre la empresa y el instituto.

Se construirá un documento con la Priorización espacial de acciones para la gestión socioecológica del área de interés en la Cuenca Alta del Río Putumayo, los resultados del modelamiento socio-ecosistémico y con las recomendaciones para la mitigación de impactos antrópicos a escala regional.

## 5.5 Respuestas frente a la pérdida de la biodiversidad

### 5.5.1 Respuestas actuales

Como se mencionó al inicio, la sociedad ha respondido de diversas formas frente a la pérdida de la biodiversidad. Una de las actividades del proyecto será identificar todos aquellos instrumentos de política pública o estrategias de conservación presentes en el territorio que busquen evitar la pérdida de biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos.

Para esta actividad se plantean tres niveles de información, desde la dimensión de la gestión ambiental Tabla 1:

- La información relacionada al comando y control, básicamente asociada con los “Determinantes Ambientales”, definidas en la normatividad.
- La información que va más allá de la legislación, y que vincula la política ambiental, “Gestión Integral de la Biodiversidad y los servicios ecosistémicos”, de manera que puede incorporarse en términos de la responsabilidad social empresarial.
- La información, que además atiende la gestión del Riesgo, considerando incluso aspectos de prospectiva, como pueden ser los cambios globales (el climático entre otros).

**Tabla 1.** Respuestas de la sociedad frente a la pérdida de la biodiversidad.

Áreas Protegidas públicas nacionales (PNN, RFP)
Áreas Protegidas públicas regionales (DMI, DCS, RNSC, PNR)
Áreas Protegidas privadas locales
Ecosistemas estratégicos (incluyendo los acuáticos, humedales, lagos y lagunas). A partir de las coberturas de la tierra
Oportunidades de Conservación
Territorios colectivos negros
Reservas campesinas (actuales y potenciales)
Resguardos indígenas
Oportunidades de Conservación
Bosques de paz
Bancos de hábitat
Acuerdos de conservación (actuales y potenciales)
Servidumbres ecológicas
Áreas ecológicas y Ambientales (RAE)
Sitios Ramsar
Cuencas en Ordenamiento
Sitios de patrimonio natural de la Humanidad
Rondas hídricas
Áreas de alta pendiente
Amenaza por inundación
Índice de vulnerabilidad al cambio climático
Programas de adaptación al cambio climático

## 5.6 Propuesta de lineamientos para la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Finalmente, se plantearán recomendaciones, basadas en los escenarios, para la sostenibilidad territorial. En los que se incluye tanto la discusión y recomendaciones acerca de estrategias de mitigación de los impactos que afectan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Finalmente se espera entregar una propuesta que contenga los lineamientos para la gestión empresarial de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la zona priorizada.

## 5.7 Estrategia de comunicación del desarrollo y de los resultados del proyecto

Se diseñará e implementará una estrategia de comunicación asertiva y contextual del desarrollo y resultados del proyecto. Para la estrategia de comunicación se realizarán las siguientes actividades:

- Diagnóstico de actores estratégicos, medios de comunicación y ejercicios previos en el área del proyecto
- Elaboración de estrategia de comunicación que responde al contexto específico del proyecto

- Implementación de la estrategia, incluye manejo de medios, talleres en la zona del proyecto y elaboración de material divulgativo

## 6 CRONOGRAMA

Ver **Adjunto 1**.

## 7 PRODUCTOS

**Tabla 2.** Contenido de cada producto del proyecto.

Ítem	Producto	Alcance del producto	Fecha entrega	Fecha entrega ajustes
1	Plan de trabajo y cronograma detallado	Documento en Word y Excel con el cronograma y plan de trabajo detallado.	03-08-2018	17-08-2018
2	Base de datos con información secundaria disponible para el área del proyecto relacionada con el estado de conservación de la biodiversidad, con las amenazas antrópicas que enfrenta la biodiversidad y los instrumentos normativos y de política pública para la protección de la biodiversidad	Documento en Word y Geodatabase con la información secundaria disponible.	03-07-2018	17-07-2018
3	Primer informe de avance de: la conceptualización del Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD), priorización espacial de las acciones para la gestión socioecológica, el modelamiento del sistema socio-ecológico y el diseño de la estrategia de divulgación de los resultados del proyecto.	<p>Priorización: Conceptualización del SSTD. Identificación y mapeo de instrumentos normativos y de política pública y de estrategias de conservación a escala local.</p> <p>Estado del arte - Biodiversidad &amp; Servicios Ecosistémicos.</p> <p>Definición de objetivos, objetos, metas y estrategias de conservación</p> <p>Modelamiento: Primer versión de modelo conceptual identificando relaciones entre variables del sistema socio-ecológico.</p> <p>Comunicaciones: Diagnostico actores estratégicos comunicación</p>	16-11-2018	30-11-2018
4	Segundo informe de avance de: la priorización espacial de las acciones para la gestión socioecológica, el modelamiento del sistema	<p>Base de datos de información secundaria.</p> <p>Interpretación de imágenes para obtener coberturas de la tierra a escala 1:25.000.</p>	01-02-2019	15-02-2019

	socio-ecológico y la estrategia de divulgación de los resultados del proyecto y el informe con la metodología y resultados de la interpretación de coberturas de la tierra a escala 1:25.000 y la respectiva base de datos geográfica con esta información.	Identificación, evaluación y mapeo de actores estratégicos presentes en la zona de estudio  Segunda versión del modelo conceptual, resultado de variables de importancia según modelo de deforestación.  Estrategia comunicación.		
5	Tercer informe de avance de: la priorización espacial de las acciones para la gestión socioecológica, el modelamiento del sistema socio-ecológico y la estrategia de divulgación de los resultados del proyecto.	Espacialización de SE con coberturas de la tierra a escala 1:100.000 y 1:25.000.  Integración de la valoración y mapeo de servicios ecosistémicos en el área del proyecto.  Matriz de decisión para definir lineamientos.  Modelo de simulación con gráficos de resultados de los escenarios acordados con la empresa.	03-04-2019	18-04-2019
6	Documento con la Priorización espacial de acciones para la gestión socioecológica del área de interés en la Cuenca Alta del Río Putumayo y con los resultados del modelamiento socio-ecosistémico y con las recomendaciones para la mitigación de impactos antrópicos a escala regional.	Identificación, valoración y mapeo de áreas prioritarias para biodiversidad  Recomendaciones con base en los escenarios para la sostenibilidad territorial y su relación con los planes de monitoreo  Lineamientos para la gestión empresarial de la biodiversidad y servicios ecosistémicos  Modelo de simulación del sistema socio-ecológico y de deforestación con gráficos y mapas de proyecciones según la retroalimentación de la empresa y del componente de lineamientos.  Informe implementación estrategia	04-07-2019	14-07-2019
7	GDB con la información obtenida incluyendo las coberturas de la tierra a escala 1:25.000 del área del proyecto.	GDB con la información obtenida incluyendo las coberturas de la tierra a escala 1:25.000 del área del proyecto.	04-07-2019	14-07-2019
8	Modelo en ArcGis que permita superponer polígonos de interés con los resultados de los diferentes análisis realizados en el marco del proyecto.	Modelo en ArcGis que permita superponer polígonos de interés con los resultados de los diferentes análisis realizados en el marco del proyecto.	04-07-2019	14-07-2019

9	Informe de la estrategia de divulgación de los resultados del proyecto dirigida a actores estratégicos.	Informe de la estrategia de divulgación de los resultados del proyecto dirigida a actores estratégicos.	04-07-2019	14-07-2019
---	---	---	------------	------------

## 8 REFERENCIAS

Franco-Vidal, L. (2013). Un Modelo Ecológico Conceptual del sistema de servicios ecosistémicos asociados a la pesquería del bagre rayado, *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. In Simposio de Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos. 22 y 23 de mayo. Bogotá D.C

MADS –Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Manual de Compensaciones Componente Biótico. Bogotá D.C. Colombia.

Rosa IMD, Purves D, Souza C Jr, Ewers RM (2013) Predictive Modelling of Contagious Deforestation in the Brazilian Amazon. PLoS ONE 8(10): e77231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077231>

Sparks TH, Butchart SHM, Balmford A, L., Stanwell-Smith D, Walpole M, Bet al. 2011. Linked indicator sets for addressing biodiversity loss. *Oryx* 45: 411–49.