

# LA NO PÉRDIDA NETA DE LA BIODIVERSIDAD COMO OBJETIVO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA DEL TERRITORIO

Juan Nicolás Corral Gómez  
Leidy Tatiana Silva Ruíz  
Sergio Alberto Vargas Troncoso  
Investigadores

Germán Corzo  
Líder de la Línea de Gestión Ambiental Sectorial  
Programa Gestión Territorial de la Biodiversidad  
Subdirección de Investigaciones

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
Bogotá, D.C., 2021

1

## Contenido

LA JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN COMO EJE ESTRUCTURAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA DEL TERRITORIO.	4
Contexto general de la jerarquía de la mitigación	4
Contextos amplios de la jerarquía de la mitigación, la NPN y GN de biodiversidad	8
RETOS PARA ABORDAR LA NPN Y GN DE BIODIVERSIDAD.	11
HOJA DE RUTA PARA EL CÁLCULO DE LA NO PÉRDIDA NETA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO ITUANGO BAJO LOS CRITERIOS DE LAS NORMAS DE DESEMPEÑO DEL IFC	13
MOMENTO 1 - ADAPTAR LA NARRATIVA DEL EIA AL MARCO CONCEPTUAL DE LAS NORMAS DE DESEMPEÑO IFC	18
Identificación de impactos al componente biótico con base en los EIA	19
Criterios espaciales para la definición del área de influencia del componente biótico	20
Medidas de manejo (EIA, otros) al marco de la Jerarquía de la mitigación	22
Programas de Manejo Ambiental - PMA en el marco del EIA	22
Medidas de Manejo adicionales	23
MOMENTO 2 - CONTEXTUALIZAR LOS INSUMOS DE LÍNEA BASE A LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA ND6	25
Área de estudio	25
Revisión de listado de especies para la identificación de las especies clave: amenazadas, endémicas, migratorias e invasoras.	26
Metodología cruce de datos	26
Registros biológicos disponibles	26
Listas de referencia	27
Flujo de trabajo	28
Identificar hábitats críticos, natural, modificado	30
	2

Identificación de hábitats	30
MOMENTO 3. METODOLOGÍA PARA SELECCIONAR INDICADORES CLAVE	45
MOMENTO 4. CONCEPTUALIZACIÓN Y CÁLCULO DE LA NO PÉRDIDA	53
BIBLIOGRAFÍA	54

# LA JERARQUÍA DE LA MITIGACIÓN COMO EJE ESTRUCTURAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA DEL TERRITORIO.

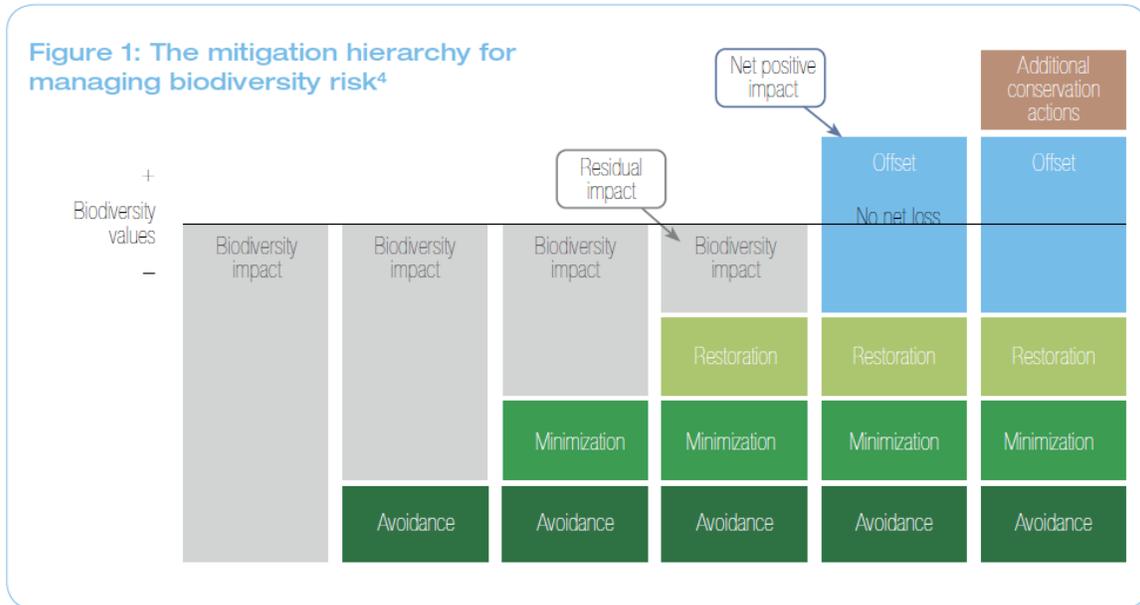
## Contexto general de la jerarquía de la mitigación

The Biodiversity Consultancy (2015), define la Jerarquía de la Mitigación como un marco lógico para gestionar riesgos e impactos potenciales vinculados a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Se emplea al planificar e implementar proyectos de desarrollo ofreciendo un planteamiento lógico y efectivo destinado a conservar la biodiversidad y mantener servicios ecosistémicos. De esta manera se constituye en una herramienta que propende por la gestión sostenible del medio ambiente, ofreciendo un mecanismo para la toma de decisiones explícitas que equilibren las necesidades de conservación con las prioridades de desarrollo.

Fue formalizada dentro del Convenio de Diversidad Biológica en 1992 pero tomó fuerza como política activa en distintos países europeos y Estados Unidos desde los 70s (Aima et al., 2015).

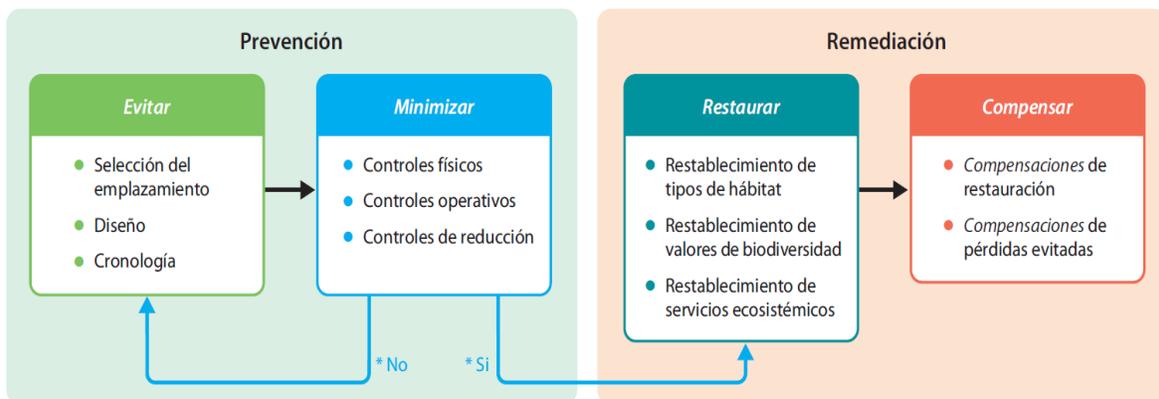
La jerarquía de mitigación puede verse como un conjunto de acciones priorizadas y secuenciales que se aplican para reducir los posibles impactos negativos de las actividades de los proyectos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Figura 1). No se trata de un proceso lineal unidireccional, sino que habitualmente implica la repetición de sus pasos (ten Kate et al., 2004; TBC, 2015).

Figura 1. Representación de la jerarquía de la mitigación. Tomada de: (Aima et al., 2015)



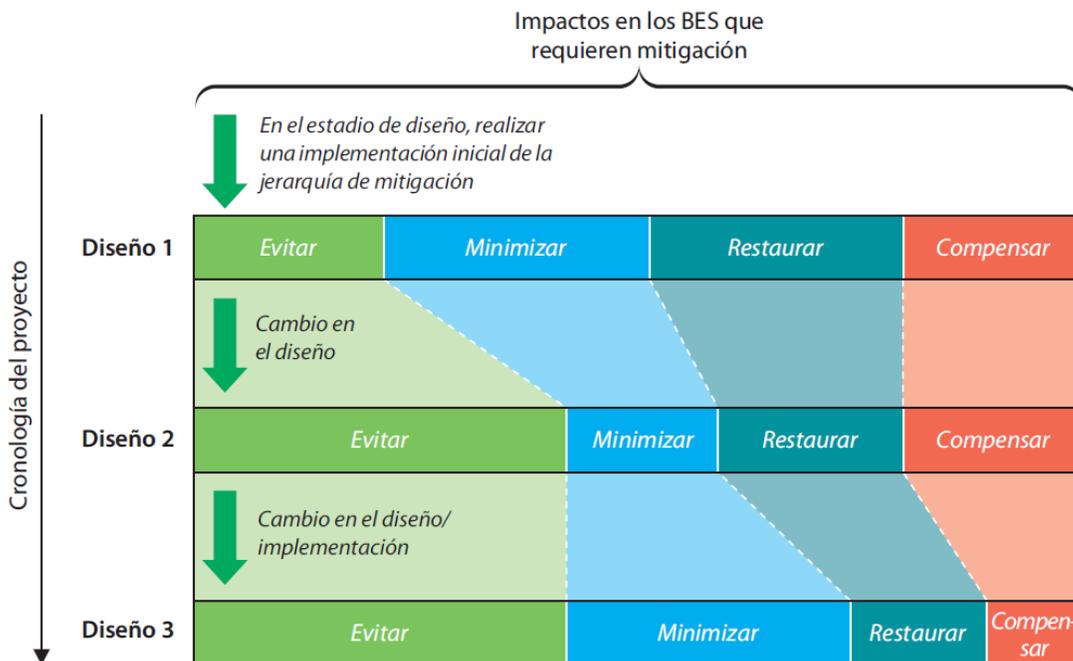
Existen dos componentes preventivos (*evitar* y *minimizar*) y dos componentes de remediación (*restaurar* [o corregir] y *compensar*) (Figura 2. Por lo general, las medidas preventivas son siempre preferibles a las medidas de remediación desde una perspectiva ecológica, social y económica (TBC, 2015).

Figura 2. Componentes de la jerarquía de la mitigación. Tomada de: (The Biodiversity Consultancy, 2015)



En ese sentido, resulta una jerarquía en términos de prioridades. Esto implica que los primeros componentes requieren un especial énfasis (Figura 3). Si bien todos los componentes de la jerarquía de mitigación son claves en la gestión ambiental de los proyectos, propender por esfuerzos rigurosos para evitar y minimizar en la medida de lo posible probablemente alcancen importantes reducciones en impactos potenciales y acumulativos. Una enfática implementación de los primeros componentes de la jerarquía de mitigación reducirá la responsabilidad de los proyectos en cuanto a las medidas para corregir y compensar (Moilanen & Kotiaho, 2018; TBC, 2015).

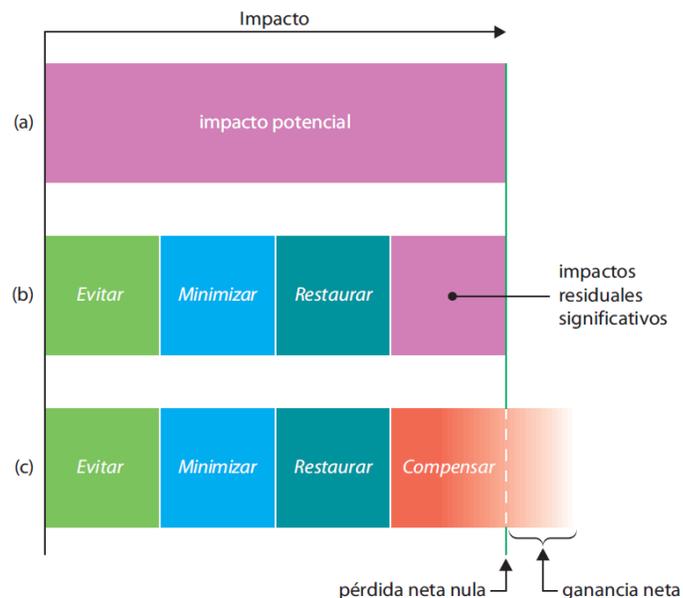
Figura 3. Importancia de las primeras etapas de la jerarquía de la mitigación. Tomado de: (TBC, 2015)



En las ocasiones en que se adhiera al marco lógico de la jerarquía de la mitigación, es necesario como primera medida plantear un objetivo o meta asociada a la biodiversidad (BBOP, 2012). Generalmente estos objetivos giran en torno a la No Pérdida Neta - NPN o Ganancia Neta – GN de la biodiversidad (Arlidge et al., 2018).

Aun cuando no existe una definición global alrededor de la NPN y la GN de biodiversidad, conceptualmente se define como una meta asociada a la biodiversidad en el marco de la implementación de la jerarquía de la mitigación por parte de proyectos de desarrollo (Aima et al., 2015; Joseph W. Bull et al., 2016). Esta meta pretende que los impactos negativos generados por un proyecto de desarrollo sean balanceados (en referencia a la NPN) o sobrepasados (cuando se refiere a GN), a través de la implementación rigurosa y secuencial de medidas de gestión (evitar, minimizar, corregir, compensar) que generen beneficios/ganancias en biodiversidad (BBOP, 2012a; Gardner et al., 2013).

Figura 4. Representación de la No Pérdida Neta de Biodiversidad. Tomado de: (TBC, 2015)



Dichos beneficios/ganancias de biodiversidad son evaluados respecto a una línea base de los objetos de la biodiversidad que serían impactados por la implementación del proyecto de desarrollo (Aima et al., 2015). Identificar adecuadamente dichos objetos es de vital importancia. Sin embargo, es importante resaltar que la meta de la NPN/GN estará condicionado por factores como la escala espacial y temporal, de qué tipo de biodiversidad se está considerando tanto la impactada como la gestionada (Aima et al., 2015).

De esta manera, la jerarquía de la mitigación y sus metas de NPN y GN, propone ventajas de acuerdo a su aplicación inicialmente ofreciendo una herramienta para la gestión de riesgo y de planificación de los estudios ambientales (Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA, Estudio de Impacto Ambiental - EIA, entre otros) promoviendo la medición del desempeño, que permite medir los objetivos de conservación de la biodiversidad. Así mismo, permite la planificación estratégica optimizando las decisiones en términos de inversión, haciendo gestión efectiva de los impactos sobre la biodiversidad y servicios ecosistémicos (TBC, 2015).

Sin embargo, los costos de oportunidad de evitar y minimizar suelen ser mayores para el desarrollo del proyecto, debido a la oferta/disponibilidad de capital natural en un área específica, que para otras áreas ecológicamente similares. Por tanto, puede existir una importante justificación económica para favorecer la corrección y particularmente las compensaciones en lugar de evitar y minimizar los impactos potenciales. En este sentido es clave proponer equilibrios entre la efectividad medioambiental y económica, sin embargo, no existe una fórmula única para ello (TBC, 2015).

## **Contextos amplios de la jerarquía de la mitigación, la NPN y GN de biodiversidad**

Como es evidente, el contexto antes descrito gira en torno al origen de la aplicación de la jerarquía de la mitigación, la NPN y la GN de biodiversidad en el marco exclusivamente de la gestión ambiental de los proyectos de desarrollo. Sin embargo, este marco lógico es potencialmente adaptable a contextos más amplios de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Arlidge et al. (2018), plantean entonces la necesidad de proponer un marco conceptual global integrador, aplicable a distintas escalas de gestión, que además permita la identificación y subsecuente reducción de los impactos de origen humano sobre la

8

biodiversidad y los servicios ecosistémicos (J. W. Bull et al., 2014; Kiesecker et al., 2010). Resaltan, sin embargo, que a la fecha ninguna iniciativa ha logrado conceptualizar todos los impactos humanos sobre la biodiversidad y los esfuerzos/acciones de conservación en un solo marco conceptual. Esto permitirá unificar todas las iniciativas/acciones de conservación bajo un mismo paradigma estandarizado, unas metas amplias de conservación de la biodiversidad, apoyando la toma de decisiones basadas en evidencia, tales como el diseño de paisajes resilientes, en torno a objetos de conservación claves.

Si bien desde inicios de siglo a nivel global ha aumentado el número de compañías (incluyendo las del sector minero, energía y manufactura) que establecen compromisos hacia la NPN/GN, este marco lógico aún no es ampliamente implementado en diversos sectores, resaltando la agro-industria, el sector pecuario, industria maderera y el comercio de vida silvestre (Aima et al., 2015; Arlidge et al., 2018). Implementar un marco conceptual integrador a todos los impactos de origen humano sobre la biodiversidad, permitirá que aquellos no contemplados aún, sean considerados y gestionados por igual a través de los distintos sectores, escalas de gestión y globalmente (Arlidge et al., 2018).

Los “motores” de este aumento están relacionados con el desarrollo de políticas y compromisos internacionales, estándares ambientales y sociales de entidades financieras, así como la responsabilidad ambiental corporativa (Aima et al., 2015; Arlidge et al., 2018). En este sentido, fortalecer la articulación de estos motores por medio de una aproximación estructurada, aportará a la planeación, implementación y seguimiento de dichos compromisos, propendiendo por alcanzar el balance entre la conservación y el uso de recursos naturales asociado al desarrollo económico (Arlidge et al., 2018).

Aún más, en contextos de gestión ambiental en el antropoceno, en el que se han llevado algunos de los límites planetarios (Rockstrom et al., 2009) por fuera de los umbrales de seguridad, y en escenarios de alta incertidumbre, causada por tendencias aún no suficientemente conocidas por ejemplo en términos climáticos y sus respectivas consecuencias en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sería deseable que la Jerarquía de la Mitigación incorpore además de sus componentes preventivos y correctivos,

uno adicional y previo, que es el prospectivo. Mediante el cual, con herramientas conceptuales tales como los requerimientos del territorio, y las líneas base de referencia, tanto sectores del desarrollo como autoridades ambientales, cuenten con información de calidad, para la formulación de planes sectoriales estratégicos e incluso procesos de enriquecimiento ambiental, previo a las intervenciones, que aseguren resiliencia socioecosistémica ante ecosistemas en riesgo (Etter et al, ) territorios con umbrales de resiliencia limitados.

La discusión amplia, de dichos umbrales y planes podría ser un mecanismo de facilitación para la consecución de licencias sociales para proyectos de desarrollo en territorios transformados.

Las compensaciones ambientales, aunque fueron definidos como instrumentos económicos, para ampliar los incentivos a mecanismos de prevención, no han sido utilizados en tal contexto y resultan de obligatorio cumplimiento, mermando su capacidad disuasoria.(eventualmente el mejor EIA, es aquel que no requiera de compensaciones ambientales, en tanto los componentes prospectivos, la preventivos y la correctivos, asegure NPN).

Sin embargo en sentido contrario, la erosión de la biodiversidad, es un proceso continuo, acelerado por los cambios globales, pero la extinción de especies es el residuo de procesos biológicos planetarios, tales como la evolución, mediante la adaptación de las especies y la competencia interespecífica. Que aunque se da en escalas temporales geológicas, se ha acelerado en tiempos recientes y está relacionada con lo que la evaluación de los ecosistemas del Milenio, considero como los drivers de transformación, no siempre relacionables directamente con los proyectos de desarrollo.

## RETOS PARA ABORDAR LA NPN Y GN DE BIODIVERSIDAD.

La literatura global ha identificado algunos retos en el marco del seguimiento de la jerarquía de la mitigación y la evaluación de la NPN y la GN de biodiversidad a nivel de proyectos. Entre ellos se destacan la equivalencia ecosistémica, la línea base de referencia y los indicadores y métricas para evaluar dichos objetivos.

Para estos mismos retos, en un contexto ampliado, resulta indispensable abordarlos de forma directa.

Sobre la equivalencia ecosistémica, los estándares y requerimientos globales alrededor de este tema, plantean que la implementación de medidas de manejo para la gestión de impactos asociados a los proyectos, se deben implementar en el mismo tipo de ecosistema que fue impactado. Esto en un contexto amplio territorial, teniendo en cuenta la diversidad de ecosistemas potencialmente presentes en un territorio, significaría que cada actor que genere impactos o presiones sobre la biodiversidad, respondiera de forma adecuada al requerimiento de la equivalencia ecosistémica.

Sin embargo, vale la pena traer a colación ejemplos en donde el ejercicio de la identificación de los ecosistemas se basa exclusivamente en la información cartográfica temática disponible (ejemplo mapa de ecosistema nacional, mapa de coberturas nacional), la cual trae consigo una alta incertidumbre asociada a las escalas de representación de la realidad (1:100.000, 1:500.000). En este sentido, aun cuando estamos abordando una propuesta en términos territoriales, es necesaria la actualización constante de estos insumos, fomentando además la inversión en la generación de información cada vez de mejor detalle.

Respecto a la línea base de referencia, la NPN y GN de biodiversidad requiere la definición de un momento respecto al cual se evaluará las pérdidas asociadas al impacto potencial, así como las ganancias asociadas a la implementación de las medidas de manejo en el marco de la jerarquía de la mitigación. Al respecto se proponen distintas alternativas, por

ejemplo el estado de la biodiversidad en un momento y espacio determinado (antes de la implementación de un proyecto), también una referencia histórica del estado de la biodiversidad , o una proyección/tendencia del estado de la biodiversidad en un escenario en donde no se desarrolle ningún proyecto. La definición de esta línea base contemplará además la correcta selección de los indicadores que permitan caracterizar el estado de la biodiversidad (J. W. Bull et al., 2014; Maron et al., 2018).

Finalmente, la definición de metas y objetivos específicos alrededor de evaluar la NPN y la GN de biodiversidad, significa un reto enorme asociado a la correcta selección de indicadores y métricas que permitan evaluar el cambio en el estado de la biodiversidad en relación a la afectación generada por el impacto (pérdidas) y las ganancias obtenidas por le implementación de las medidas de manejo (Arlidge et al., 2018). Se ha encontrado en la literatura el uso común de índices compuestos que dan cuenta de varios componentes de la biodiversidad. Sin embargo, algunos autores señalan la inconveniencia de esta aproximación, en tanto este tipo de índices reduce en gran medida la complejidad de los ecosistemas. Por esta razón, proponen el establecimiento de un set de indicadores robusto que permita contemplar los distintos niveles de la biodiversidad y su complejidad (Bezombes et al., 2018). Ejemplo de estos indicadores/métricas se pueden asociar a las variables esenciales de la biodiversidad (Pereira et al., 2013).

## HOJA DE RUTA PARA EL CÁLCULO DE LA NO PÉRDIDA NETA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO ITUANGO BAJO LOS CRITERIOS DE LAS NORMAS DE DESEMPEÑO DEL IFC

Autores: Nicolás Corral Gómez, Mariana Unda, Julian Díaz-Timote, Tatiana Silva, Alejandra Moreno, Leonardo Buitrago, María Alejandra Molina, María Camila Díaz, Alejandro Zuluaga, Ana Carolina Santos Rocha.

El PHI desde su planeación ha visto la necesidad de realizar estudios y actualizaciones para la consecución de la Licencia Ambiental Global (LAG) (0155 de 2009) frente al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (conforme a su nombre en el momento), sus requerimientos y las modificaciones realizadas en el proyecto como se presentan en la modificación de licencia ambiental del 2011. Este proceso ha dejado disponible información primaria para los componentes físicos, bióticos y sociales relacionados en los estudios para el levantamiento de línea base (LB) y sus modificaciones. Esta información se ha venido recuperando desde 1999 cuando se comenzó el proceso de solicitud de la licencia ante la autoridad ambiental en ese entonces Ministerio de Medio Ambiente –MMA, luego Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y actualmente Ministerio de Ambiente MINAMBIENTE y La Autoridad de Licencias Ambientales (ANLA).

El mapa de información relacionada en los dos principales hitos del proyecto donde se recopilan los estudios realizados entre 1969 con el estudio Desarrollo Hidroeléctrico del Cauca Medio (Integral Ltda.), 1979 Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Cauca Medio (Integral Ltda. e ISA), 1979 y 1983, Estudio de factibilidad técnica del Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Integral e Interconexión Eléctrica – ISA), ya para el 2001 el Ministerio del Ambiente (hoy MinAmbiente) emite los términos de referencia ETER-210 del MAVDT con lo que se dio paso al estudio de restricciones ambientales y el diagnóstico ambiental de alternativas para el proyecto, la revisión de la factibilidad y los estudios de LB para la evaluación de impacto ambiental y la solicitud de la LAG. Este grupo de información

procesada puede ser consultada como insumo para la realización de la valoración de los ND-06 de la Corporación Financiera Internacional – siglas en inglés IFC.

Así, la revisión de los estudios de LB y demás insumos relacionados en el estudio de impactos ambiental de 2007 y las actualizaciones realizadas para la modificación de la LAG en el 2011 constituyen la hoja principal de ruta desde el instrumento orientado por el Sistema Nacional Ambiental SINA en Colombia para el seguimiento y control de los proyectos licenciados, y los acuerdos internacionales como los relacionados en las normas de desempeño IFC. Con todo, es posible identificar para cada uno de los capítulos los siguientes insumos.

**Capítulo 1. Generalidades:** además de encontrar en este capítulo la exposición del contenido del EIA con los antecedentes del proyecto, objetivos y alcances, es posible relacionar los eventos históricos en el levantamiento de información insumo y los hitos del proyecto para la comparación con los análisis de evolución temporal.

**Capítulo 2. Descripción del proyecto:** en este capítulo se detallan los componentes principales de las obras del PHI. Adicionalmente, pueden ser insumos para la descripción de alcances de las acciones y la comprensión de la sobreposición de obras, LB, la valoración de impactos, la zonificación ambiental y la zonificación de manejo. Este capítulo solo es informativo para el objetivo del presente documento.

**Capítulo 3. Caracterización:** este documento insumo puede ser uno de los más relevantes en el cálculo de la NPN y con relación a los ND de la IFC. El levantamiento de la línea base física, biótica y social se realiza, para efectos del capítulo 3 del EIA, de acuerdo con los términos de referencia HE-TER-1-01, resolución 1280 del 30 de junio de 2006. En cada componente se realizaron muestreos en el área de influencia directa, desde 1979 cuando se comenzó con el estudio de factibilidad, pasando por el estudio para la licencia y sus posteriores modificaciones, en los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como el seguimiento de las migraciones de pobladores al área actual del proyecto.

En este capítulo se encuentran los inventarios biológicos realizados, la estructura de las comunidades, especies migratorias, endémicas, estado de amenaza, invasoras en los ecosistemas acuáticos y terrestres. Estudios realizados hasta el 2011 año de obtención de la modificación de la licencia. La información de los años posteriores debe ser presentada en los informes de cumplimiento ambiental como anexo ICA de forma anual.

**Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales:**

presenta el resumen de los permisos y concesiones, otorgadas a la fecha por la autoridad ambiental y adicionalmente la información necesaria para la obtención de nuevos permisos y concesiones de acuerdo con las necesidades identificadas en el EIA. Permisos, autorizaciones y concesiones posteriores a la licencia deben ser consultadas con la autoridad ambiental regional (Corantiquia – Corpouraba esta última referenciada en la modificación de la licencia con competencia en el AID), pues para efectos de la licencia estas solo son informadas en el expediente, pero generalmente no se presentan en el ICA.

Con relación a este capítulo pueden ser obtenidos los inventarios específicos relacionados al levantamiento de veda nacional y regional. Así como, las compensaciones obligatorias acordadas en los PMA específicos según los permisos de aprovechamiento forestal y el levantamiento de las vedas referenciadas. Adicionalmente, pueden ser visualizados espacialmente en la zonificación ambiental, un análisis donde se presenta la sumatoria de la caracterización y zonas de demanda del PHI.

**Capítulo 5. Evaluación Ambiental:** para la evaluación ambiental registrada en la modificación de licencia del 2011, fue revisada y ajustada teniendo en cuenta las obras del proyecto, magnitudes y el grado de avance en los diseños detallados y la construcción, y fueron incluidas obras adicionales como la rectificación de la vía San Andrés de Cuerquia – El Valle (Toledo) y la apertura de la vía Puerto Valdivia (Valdivia) – sitio de Presa (Briceño), el análisis del comportamiento de la zona de ajuste cartográfico por cola de embalse, y la construcción de nuevas vías de carácter industrial y obras relacionadas con la construcción de la presa; las demás obras o modificaciones consideradas menores o de control ambiental como inversiones en el PMA no son consideradas en este capítulo.

Es así como, se deberá tomar en consideración la Evaluación de impactos ambientales PHI para la determinación de las zonas críticas en el AI del PHI. El listado de impactos y la jerarquización de estos impactos serán tomadas en consideración para la valoración de la NPN en comparación a los avances en el estado de conocimiento de la Biodiversidad desarrollado por el IAvH y los demás estudios en el área.

**Capítulo 6. Zonificación de manejo ambiental:** este capítulo espacial, es realizado de acuerdo con los resultados de la evaluación y la zonificación ambiental. Es así como es utilizado las metodologías espaciales temáticas con insumos de los componentes bióticos, abióticos, sociales, así como el marco legal a través de la superposición digital (unión, intersección) y de análisis espacial (buffer, dissolve y eliminate). El resultado de este análisis identifica cartográficamente el estatus sobre el cual se hará el manejo del territorio: exclusión, intervención con restricción o simplemente intervención, insumos señalados en las ND de los IFC.

**Capítulo 7. Plan de manejo ambiental (PMA) y Capítulo 8. Plan de monitoreo y seguimiento (PMS):** Estos dos capítulos ofrecen información frente al plan de manejo para los impactos críticos por componente, acciones, medidas y sistemas de control ambiental para mitigar, corregir los impactos identificados en el PHI, así como el seguimiento de las acciones y monitoreo del medio impactado. Estos insumos relacionados con los informes de cumplimiento ambiental - ICA son información para la valoración y proyección de los efectos de los impactos en la biodiversidad, la presencia ausencia de especies, y la desaparición o introducción de nuevas especies en el sistema.

**Capítulo 9. Plan de contingencia:** este capítulo es sólo informativo para efectos de los análisis relacionados en el cálculo de la NPN y las ND de los IFC

**Capítulo 10. Plan de abandono y restauración final:** este documento sigue los lineamientos para el desmonte, abandono y finalización del proyecto. Inicialmente este documento no contempla los impactos y las medidas de manejo para esta actividad. No

obstante, la información obtenida permite realizar modelos predictivos en la biodiversidad local ante las acciones de cierre y abandono del proyecto.

**Capítulo 11. Plan de inversión forzosa del 1%:** este capítulo es insumo para el seguimiento de las acciones relacionadas al plan de inversión forzosa del 1% del valor de inversión del proyecto. Estas acciones pueden estar relacionadas con el establecimiento de sistemas de control ambiental para el manejo de las afectaciones en el recurso agua o en los recursos biológicos según la legislación y los acuerdos con la autoridad ambiental. En este capítulo puede ser referencia para la determinación de acciones adicionales no contempladas en los PMA.

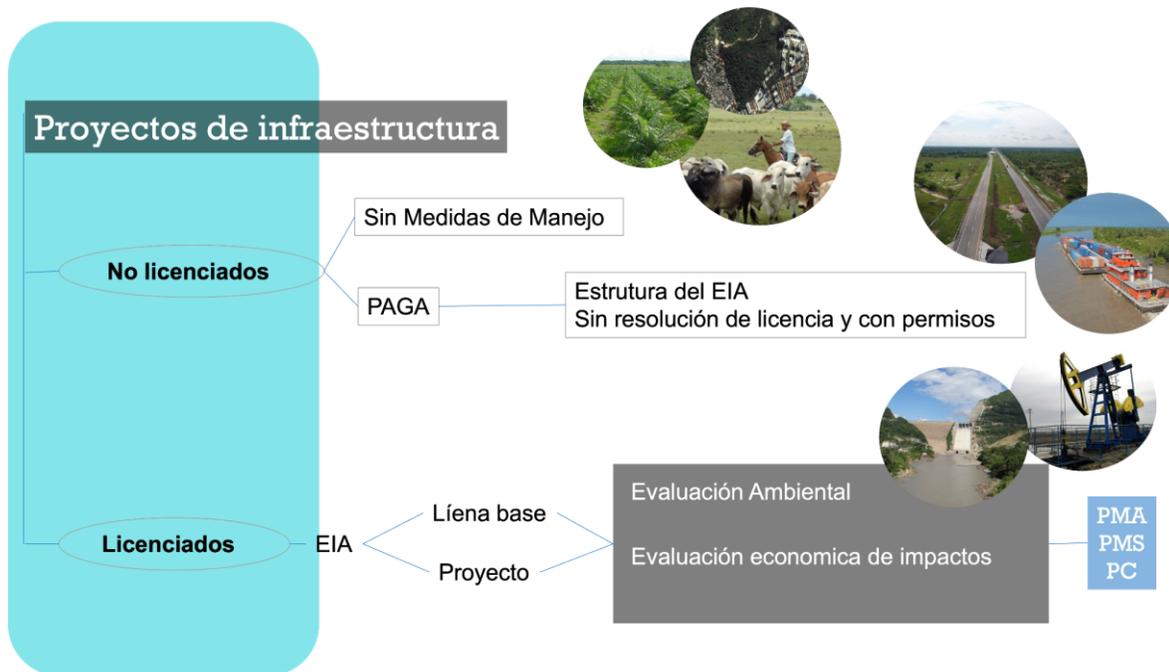


Figura 1. Esquema de proyectos y procesos Licenciamiento ambiental EIA (estructura básica)

En resumen, los insumos encontrados en el EIA y la modificación de licencia pueden ser utilizados para el cálculo de NPNB y la definición de áreas críticas. Los capítulos 1 y 2 son referentes para la comprensión del PHI. Insumos especiales para la determinación de zonas críticas pueden ser obtenidos del Cap. 3 en la sección de área de influencia y el análisis de restricciones ambientales, así como de los Cap. 4, 5, 6 en el área de demanda en la

zonificación ambiental, zonificación de manejo, y la espacialización de los impactos. Información de la biodiversidad, como listado de especies, especies endémicas, migratorias, invasoras, así como abundancia de las mismas y su distribución espacial pueden ser consultadas del Cap. 3 en la caracterización del medio biótico y en los registros de levantamiento de veda nacional y regional del Cap. 4 de la demanda de recursos para permisos, autorizaciones y concesiones. Los insumos de manejo pueden ser identificados en los Cap. 7 y 8 Plan de manejo ambiental. Finalmente, algunas acciones adicionales en el manejo de la biodiversidad en el PHI pueden ser identificadas en el Cap. 11 para el plan de inversión forzosa del 1%. Algunas otras acciones no contempladas en el EIA deberán ser consultadas como las realizadas en el plan de responsabilidad empresarial y de la Fundación EPM. Si bien no fue identificado el Plan de compensaciones por pérdida de diversidad biológica en los capítulos del EIA los Plan de compensaciones por levantamiento de veda nacional y regional registrada en el capítulo de demanda, permisos y concesiones son insumos interesantes para la identificación de estas acciones. Es importante mencionar que otros permisos que se soliciten a las corporaciones ambientales regionales deberán ser consultadas en el expediente pues generalmente no son mencionadas en el informe de cumplimiento ambiental (ICA).

## **MOMENTO 1 - ADAPTAR LA NARRATIVA DEL EIA AL MARCO CONCEPTUAL DE LAS NORMAS DE DESEMPEÑO IFC**

Teniendo en cuenta lo planteado en la Norma de Desempeño - ND1, en donde se establece que *“El cliente, en coordinación con otros organismos gubernamentales o terceros responsables, según corresponda, emprenderá un proceso de evaluación ambiental y social y establecerá y mantendrá un Sistema de Gestión Ambiental y Social - SGAS acorde con la naturaleza y la escala del proyecto y en consonancia con el nivel de riesgos e impactos ambientales y sociales. El SGAS incorporará los siguientes elementos: (i) política; (ii) identificación de riesgos e impactos; (iii) programas de gestión; (iv) capacidad y competencia organizativas; (v) preparación y respuesta ante situaciones de emergencia; (vi) participación de los actores sociales, y (vii) seguimiento y evaluación.”*(IFC, 2012), a

18

continuación propondremos el abordaje de los numerales (ii) y (iii), teniendo en cuenta el alcance del acta de trabajo en cuanto a la NPN, desde los avances realizados a partir de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del PHI.

### Identificación de impactos al componente biótico con base en los EIA

Tomando como base la documentación existente en torno a los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Planes de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto Hidroituango, correspondientes a los años 2007 y posterior actualización en el año 2011, se realizará una revisión e identificación de elementos importantes que sirvan de insumo para los requerimientos de la ND1 asociados a identificación y evaluación de impactos y la determinación del área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta el alcance del acta de trabajo, donde se enfocarán los esfuerzos en el marco del componente biótico. Para ello específicamente se tomarán como referencia los documentos:

- Hidroeléctrica Pescadero Ituango Consorcio Integral. 2007:
  - F-PHI-EIA-C08-R0A-Impactos-final: Identificación y evaluación de impactos
  - F-PHI-EIA-C09-R0A-PMA-final: Plan de Manejo Ambiental
- Consorcio Generación Ituango EPM Ituango Integral Ingeniería de consulta Solingral. 2011:
  - D-PHI-EAM-EIA-CAP5-C0006: Identificación y evaluación de impactos
  - D-PHO-EAM-EIA-CAP07-C0006: Plan de Manejo Ambiental

Dentro de estos documentos, se resaltan elementos tales como la Evaluación y calificación de Impactos ambientales definidas en la Matriz y Fichas de valoración de Impactos Ambientales. A partir de estos se extraerá la información en donde se establezcan los impactos asociados al componente biótico.

Adicionalmente, y con el ánimo de contextualizar el desarrollo del proyecto, se propone la construcción de una matriz comparativa entre los insumos para el año 2007 y 2011, dándole especial énfasis a la descripción de los frentes de operación y actividades asociadas,

construyendo de esta manera el hilo conductor del desarrollo del proyecto en términos de actividades desarrolladas y sus impactos asociados.

De igual manera se realiza una comparación de los impactos ambientales por componentes, estandarizados posteriormente en base al documento “Listado de impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental”, publicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2020. Dicha estandarización permitirá unificar la terminología de los documentos, para poder hacer la clasificación de una forma más organizada.

Esta revisión se llevará a cabo a la luz de los requerimientos establecidos en la ND1 a decir:

*“El cliente establecerá y seguirá un proceso para identificar los riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto. El tipo, el tamaño y la ubicación del proyecto condicionan el alcance y el nivel de esfuerzo dedicado al proceso de identificación de los riesgos e impactos. El alcance de dicho proceso será acorde con las buenas prácticas internacionales en el sector, y determinará los métodos y los instrumentos de evaluación apropiados y pertinentes. [...] El proceso de identificación de riesgos e impactos se basará en datos de línea de base recientes de los aspectos ambientales y sociales, con un nivel de detalle adecuado.” (IFC, 2012).*

## **Criterios espaciales para la definición del área de influencia del componente biótico**

Según lo establecido en la ND1 *“En los casos en que el proyecto incluya elementos físicos, aspectos e instalaciones identificados específicamente que tienen probabilidades de generar impactos, los riesgos e impactos ambientales y sociales se analizarán en el contexto de la zona de influencia del proyecto. Esta zona de influencia comprende, según corresponda:*

*La zona que posiblemente se vea afectada por: (i) el proyecto y por las actividades y las instalaciones propiedad directa del cliente o que este opere o gestione (incluso mediante contratistas) y que sean componentes del proyecto; (ii) los impactos de acontecimientos no programados aunque previsibles provocados por el proyecto, que puedan ocurrir posteriormente o en otro lugar, o (iii) los impactos indirectos del proyecto sobre la biodiversidad o sobre los servicios ecosistémicos de los que dependen las Comunidades Afectadas para obtener sus medios de subsistencia.*

*Las instalaciones conexas, que son instalaciones no financiadas como parte del proyecto, que no se habrían construido o expandido de no haber existido el proyecto, y sin las cuales el proyecto no sería viable.*

*Los impactos acumulativos (resultantes del impacto incremental) sobre zonas o recursos empleados o afectados directamente por el proyecto, producidos por otras construcciones existentes, planeadas o razonablemente definidas en oportunidad de realizar el proceso de identificación de riesgos e impactos.”(IFC, 2012).*

Para la identificación de criterios espaciales, se revisará la información de la documentación relacionada a la actualización del Estudio de Impacto Ambiental del año 2011, cuyo capítulo 3 abarca específicamente la definición del área de influencia directa e indirecta para los medios físico y biótico y para el medio social incluyendo su plano de referencia:

2011		
D-PHI-EAM-EIA-CAP03A-C0006.pdf	Definición del área de influencia del proyecto	Consortio Generación Ituango EPM Ituango Integral Ingeniería de consulta Solingral
D-PHI-110-LB-PR-AFB-010.pdf	Área de influencia Físico - Biótica	

Una vez identificada esta información, se realizará la búsqueda de las entidades. De igual forma, se verificará en los demás documentos de Estudio de Impacto Ambiental del 2007 y 2011, así como Planes de Manejo Ambiental -PMA, Informes de Cumplimiento Ambiental -ICA y otros, información que relacione insumos y procesos geospaciales implementados para la determinación del AI del medio biótico.

En apoyo a la búsqueda y análisis de la información, se toma de referencia la información dispuesta en las bases de datos dispuestas en los diferentes repositorios del proyecto (OneDrive de EPM, google drive del IAvH, NAS del Instituto Javeriano del Agua y discos duros con información facilitada por EPM). Posteriormente se procederá a listar los criterios que fueron empleados en el proceso de la espacialización del AI tales como identificación de áreas de compensación, coberturas, radios, distancias, entre otras, según la descripción realizada en el documento de Estudio de Impacto Ambiental. Este proceso permitirá a su vez identificar los insumos cartográficos que fueron considerados tales como curvas de nivel, obras de intervención, vías de acceso, cuerpos de agua, entre otras. Finalmente, se realizará el análisis espacial de las dimensiones del AI del proyecto en relación a los impactos identificados del componente biótico.

### **Medidas de manejo (EIA, otros) al marco de la Jerarquía de la mitigación**

De acuerdo a la ND1 y al literal (iii) mencionado al inicio de este capítulo, *“En consonancia con la política del cliente y los objetivos y principios que allí se describen, el cliente establecerá programas de gestión que, de manera resumida, describan las medidas y acciones de mitigación y mejora del desempeño, destinadas a abordar los riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto que se hayan identificado.”* (IFC, 2012), se analizará la propuesta e implementación de medidas de manejo en el marco de la jerarquía de la mitigación, a partir de la identificación de impactos asociados al componente biótico. Dichas medidas de manejo se presentan en el capítulo de Programa de Manejo Ambiental - PMA del EIA.

#### **Programas de Manejo Ambiental - PMA en el marco del EIA**

Los planes de manejo ambiental incluidos en el análisis fueron formulados en los años 2007, 2011 de los cuales, para el presente ejercicio se hará una revisión detallada de los capítulos 9 y 7, respectivamente para los dos años mencionados. Se planea la construcción de una matriz comparativa de las medidas de manejo propuestas dentro los programas y proyectos propuestos para la gestión de los impactos identificados. Se incluye un apartado que

permita evidenciar los cambios realizados o las adaptaciones realizadas en los diferentes PMA, así como los objetivos de cada programa.

En relación a los documentos, se tendrán en cuenta las secciones de: Generalidades y formulación de Programas del Componente Biótico (Flora, Fauna, Ecosistema), integrando también el componente Paisaje con sus respectivos Subprogramas y Proyectos, en las matrices se evidenciará la distribución de la información así:

Medio	Componente	
Abiótico	Paisaje	
Biótico	Flora	
	Fauna	Terrestre
		Acuática
	Ecosistema	

Del análisis de dichas secciones y de las fichas de manejo formuladas por el PHI, se busca evidenciar los objetivos, metas, fases o etapas en las cuales se aplicarán. Lo anterior permitirá evidenciar detalladamente el abordaje que se le da a la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los impactos identificados en el proyecto y poder evaluar posteriormente acciones encaminadas a la No Pérdida Neta de Biodiversidad.

Vale la pena mencionar que además de los insumos que ofrece el capítulo del PMA para la identificación de medidas de manejo en el marco de la jerarquía de la mitigación, se llevará a cabo la revisión de los capítulos relacionados con demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales, así como el plan de inversión forzosa del 1%.

### Medidas de Manejo adicionales

Es clave reconocer que adicional a las medidas propuestas en el marco de los requerimientos de la licencia ambiental, el PHI ha implementado medidas de manejo adicionales que no obedecen a las obligaciones ante la autoridad ambiental y hacen parte del plan de responsabilidad empresarial y de la Fundación EPM.

## Plan de Ordenamiento del Embalse

Se hace una revisión general del POE (Plan de Ordenamiento del Embalse) con el fin de identificar aquellas acciones que puedan ser compatibles con algún nivel de la jerarquía de mitigación. El documento del POE se centra en la descripción de la zonificación realizada por la Universidad Nacional de Colombia basada en la metodología de Capacidad Acogida del Territorio en donde se evalúa los usos potenciales, compatibles y complementarios que puede tener el embalse del PHI. Una de las propuestas principales de esta zonificación es establecer un área protegida que pueda albergar ecosistemas de importancia alrededor del embalse, se plantea que esta estrategia podría evitar que el final del embalse no se convierta a largo plazo en un lugar de disposición de residuos y basuras que denigre en el futuro ecosistemas acuáticos aledaños.

Como consecuencia, se resalta que la creación de un área protegida puede fomentar actividades de ecoturismo que además de complementar la economía de la zona, sería de importancia para la protección y manejo adecuado de los recursos naturales. Para el 2017 el PHI ya estaba adelantando actividades de reforestación en áreas donde había pastos en esta área. Por otro lado, una de las preocupaciones de las comunidades era la llegada de otras actividades como la minería, por lo que el establecimiento de un área protegida podría también evitar el desarrollo de este tipo de actividades económicas que pueden poner en riesgo la calidad de los recursos naturales a largo plazo.

Dentro de la zonificación propuesta se encuentran también áreas destinadas a la compensación, el documento señala que estas áreas deben ceñirse a programas y proyectos ambientales que se relacionen con la conservación, restauración ecológica y uso sostenible de los recursos y complementarse con acciones como la implementación de viveros comunitarios con especies del bosque seco tropical y en la producción de material vegetal que respalde las acciones de compensación. Adicionalmente, como parte de la estrategia territorial, el POE recomienda instaurar un plan de evaluación y monitoreo que acompañe las decisiones tomadas en el territorio tales como monitoreo íctico y dinámica pesquera, de calidad del agua, entre otros, lo anterior para que se garantice que el POE ha cumplido sus objetivos.

Finalmente, como parte complementaria dentro del POE, se elabora un mapa de vulnerabilidad que tiene en cuenta la susceptibilidad a la erosión y riesgo de alteración de coberturas forestales significativa, lo cual contribuye a evitar alteraciones de ciertas coberturas y por ende deterioro de recursos naturales y los servicios que prestan.

## MOMENTO 2 - CONTEXTUALIZAR LOS INSUMOS DE LÍNEA BASE A LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA ND6

### Área de estudio

La zona de interés comprende el área correspondiente a los 16 municipios del departamento de **Antioquia** donde se desarrolló y tuvo influencia el proyecto Hidroituango, en la cuenca media (12 municipios) y baja (4 municipios) del río Cauca:

Municipio	Cuenca
Briceño	Media
Buriticá	Media
Cáceres	Baja
Caucasia	Baja
Ituango	Media
Liborina	Media
Nechí	Baja
Olaya	Media
Peque	Media
Sabanalarga	Media
San Andrés	Media
Santa Fé de Antioquia	Media
Tarazá	Baja
Toledo	Media

Valdivia	Media
Yarumal	Media

## Revisión de listado de especies para la identificación de las especies clave: amenazadas, endémicas, migratorias e invasoras.

### Metodología cruce de datos

Para la identificación de especies clave se emplearán los datos disponibles, recolectados en el área estudio junto con las listas de referencia nacional, y otras con alcance global, de forma que se asignen distintas categorías a las especies registradas. A continuación, se detallan las fuentes empleadas y la metodología de consulta.

### Registros biológicos disponibles

Para definir el estado de la diversidad biótica en la zona de estudio se tendrán en cuenta las siguientes fuentes de información:

- I. Registros biológicos colectados (observaciones, recolecciones de especímenes) en la zona de interés, como parte de los inventarios históricos que se han levantado, y que han sido publicados por diferentes organizaciones a través del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia ([SiB Colombia](#)) y por medio de la Infraestructura Mundial de Datos de Biodiversidad ([GBIF](#))<sup>1</sup>
- II. Registros biológicos colectados por EPM y sus aliados en el área de influencia del proyecto Hidroituango. Estos registros serán estructurados y estandarizados siguiendo los lineamientos del SiB Colombia, con el fin de que sean posteriormente publicados a través de esta plataforma nacional y sean visibles igualmente a través de GBIF.

La compilación de estos dos grupos de registros de biodiversidad, permiten contar con un insumo valioso en términos de distribución y diversidad de especies de flora, fauna y recursos hidrobiológicos. De este modo, se podrán caracterizar algunos grupos bióticos a partir de las listas de referencia nacionales y globales disponibles.

<sup>1</sup> DOI de descarga en GBIF de los registros descargados para la zona de interés

## Listas de referencia

Para conocer el estado de conservación, amenaza y uso de las especies presentes en el área de estudio, los registros biológicos recolectados allí serán cruzados con las listas de referencia disponibles.

Las listas de referencia se han consolidado a partir de ejercicios colectivos o institucionales para disponer información a nivel de país sobre ciertos grupos biológicos. Es así como, si bien hay listas que son transversales para todos los grupos taxonómicos (ej. amenazadas e invasoras), otras representan el esfuerzo de sociedades y cuerpos colegiados de taxónomos y expertos que han hecho posible tener información detallada sobre ciertos grupos específicos (ej. aves, mamíferos, etc.). De este modo, se generarán los cruces de datos, de acuerdo a la información disponible.

La información disponible en las listas de referencia depende directamente de los esfuerzos que se han llevado a cabo en las escalas nacionales o internacionales. Por lo tanto, podemos hacer uso de listas que se han consolidado desde los esfuerzos de país y otras que desde el ámbito global han sido desarrolladas por diferentes organismos internacionales.

### Listas de Referencia Nacional

Organización	Título	Grupo biológico	DOI_URL	Alcance
Asociación Colombiana de Ictiólogos	Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia	Peces (Agua dulce)	<a href="http://doi.org/10.15472/numrso">http://doi.org/10.15472/numrso</a>	Nacional
Asociación Colombiana de Ornitología	Lista de referencia de especies de aves de Colombia - 2020	Aves	<a href="http://doi.org/10.15472/qhsz0p">http://doi.org/10.15472/qhsz0p</a>	Nacional
Sociedad Colombiana de Mastozoología	Mamíferos de Colombia	Mamíferos	<a href="http://doi.org/10.15472/kl1whs">http://doi.org/10.15472/kl1whs</a>	Nacional
Universidad Nacional de Colombia	Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia	Plantas	<a href="http://doi.org/10.15472/7avdhn">http://doi.org/10.15472/7avdhn</a>	Nacional
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS	Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia - Resolución	Transversal	<a href="http://doi.org/10.15472/5an5tz">http://doi.org/10.15472/5an5tz</a>	Nacional

	1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible			
--	---	--	--	--

### Listas de Referencia Internacional

Organización	Título	Grupo biológico	DOI_URL	Alcance
International Union for Conservation of Nature - IUCN	Lista Roja de especies Amenazadas - Colombia	Transversal	<a href="https://www.iucnredlist.org/">https://www.iucnredlist.org/</a>	Internacional
Invasive Species Specialist Group ISSG	Global Register of Introduced and Invasive Species - Colombia	Transversal	<a href="https://doi.org/10.15468/yznr8v">https://doi.org/10.15468/yznr8v</a>	Internacional
CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)	Checklist of CITES Species - Colombia	Transversal	<a href="https://checklist.cites.org/">https://checklist.cites.org/</a>	Internacional

### Flujo de trabajo

La identificación de especies clave en el área de estudio, para realizar los respectivos análisis respecto a la NPNB, se realizará a través de los pasos presente en el siguiente diagrama (Fig. 2) y descritos a continuación:

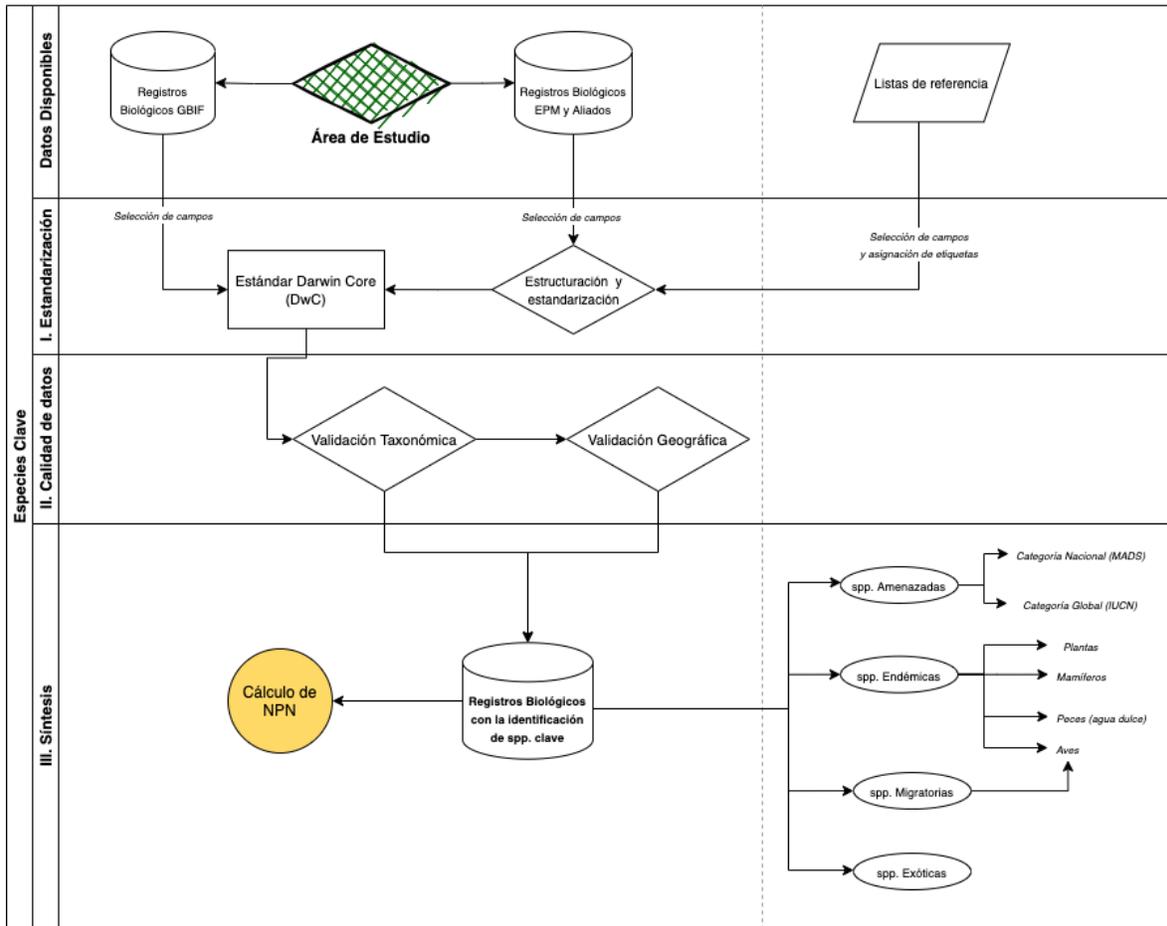


Figura 2. Diagrama de la metodología para la definición de especies clave como soporte al cálculo de la NPN.

## I. Estandarización

Para que los registros biológicos se encuentren en un marco común es necesario que sean estructurados y estandarizados de acuerdo con los lineamientos internacionales y nacionales que se proponen para compartir datos de biodiversidad. En este caso todos los elementos dispuestos en las tablas de datos deben adaptarse al estándar Darwin Core (DwC). El proceso de estandarización hace posible la consolidación de los datos de forma homogénea, realizar la síntesis de información y construir rutinas (*scripts*) para automatizar los procesos de consulta sobre los datos.

## II. Calidad de datos

Este proceso consiste en la validación y limpieza de los datos, de modo que estos cumplan con criterios de calidad y se facilite su procesamiento, conduciendo a análisis automatizados y cifras precisas. Se evalúan criterios de calidad tales como:

formato, completitud, coherencia y exactitud de los datos. Así, la validación a nivel taxonómico verifica por ejemplo la consistencia entre el nombre de la especie y su jerarquía taxonómica; y la validación geográfica por su parte, puede hacer referencia a la precisión de las coordenadas documentadas y su coincidencia sobre los topónimos geográficos. Se identifican a través de la validación, aquellos datos que requieren algún tipo de ajuste y deben ser corregidos. La limpieza, por otro lado, se enfoca en la corrección de errores de formato y ajustes de consistencia, sin comprometer la integridad de la información recopilada.

### III. Síntesis

Una vez se garantiza la mayor calidad posible sobre los datos recopilados, se compila una base de datos única con los datos provenientes de todas las fuentes, de forma que los registros biológicos cuenten con información relativa a su importancia, en términos de conservación, ecología e impacto, permitiendo la identificación de especies clave en la zona de interés. Esta síntesis hace posible generar cifras relativas a los distintos grupos biológicos o especies clave que reúnen ciertas características: amenazadas, invasoras, migratorias, etc. Vale la pena recalcar, que la identificación de especies clave se puede generar sólo para ciertos grupos taxonómicos que es donde se cuenta en este momento con información estructurada disponible que puede ser procesada y empleada en este tipo de análisis (e.g. especies endémicas – solo hay información para ciertos grupos).

El proceso de síntesis y consolidación de cifras se lleva a cabo gracias a la creación e implementación de rutinas automatizadas sobre los datos, empleando lenguajes de programación como *Python* y librerías de código abierto. Se obtendrán entonces, resultados relativos a la identificación de especies clave, necesarios para los análisis respectivos frente a la definición de la NPN en el área de estudio.

## Identificar hábitats críticos, natural, modificado

### Identificación de hábitats

La ND6 define un hábitat como *“una unidad geográfica terrestre, fluvial o marina o una vía aérea que sostiene la vida de un conjunto de organismos vivos y sus interacciones con el entorno inerte”* (IFC, 2012), y los divide en modificados, naturales y críticos.

Teniendo en cuenta lo anterior y el principio de equivalencia ecosistémica planteado en la ND6, es necesaria la identificación y caracterización de las distintas categorías de hábitats mencionados anteriormente.

### Hábitats modificados

Los hábitats modificados son áreas que contienen una gran proporción de especies de flora y fauna exóticas o no autóctonas; o donde las actividades humanas han transformado significativamente la función y composición (IFC, 2012).

La identificación de estos hábitats se desarrollará a partir de un análisis espacial utilizando información relacionada con los cambios de uso de la tierra y la transformación de los ecosistemas principalmente, estas son, las capas de ecosistemas transformados de Etter et al., 2015 para los años 1990-2000-2018 y coberturas de la tierra de Colombia (CLC) (IDEAM, 2000, 2010, 2018), estos dos insumos serán intersectados para obtener un mapa binario en el que se identifiquen áreas transformadas y no transformadas (Figura 3).

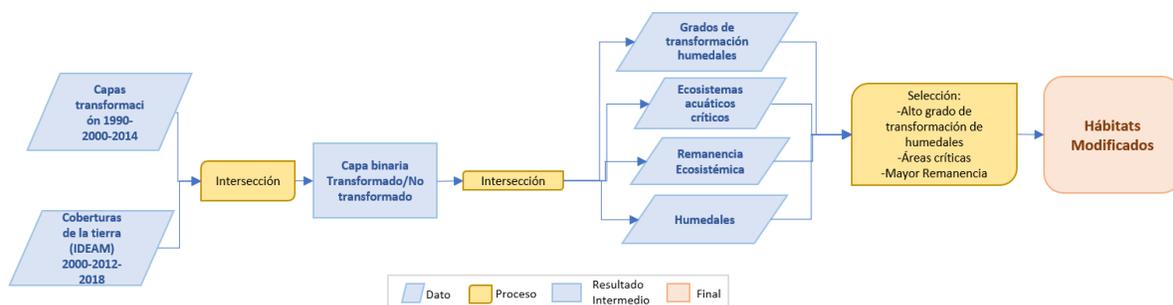
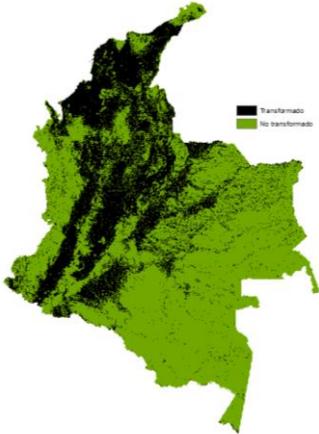
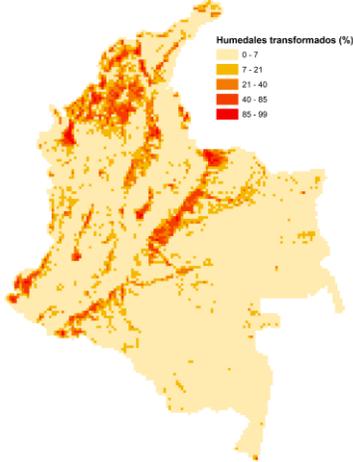
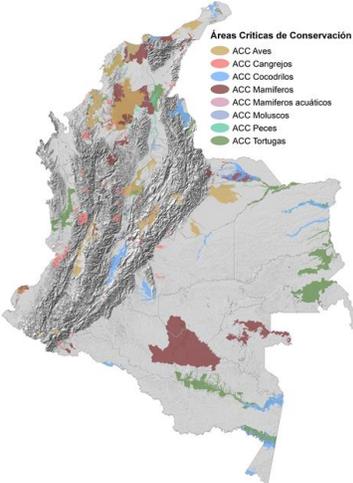


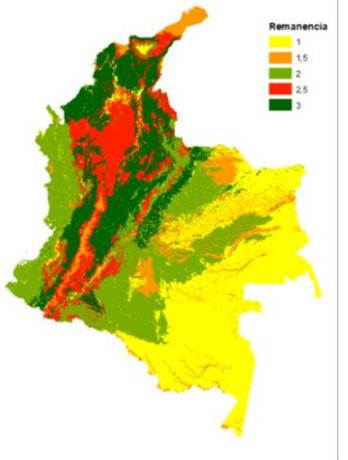
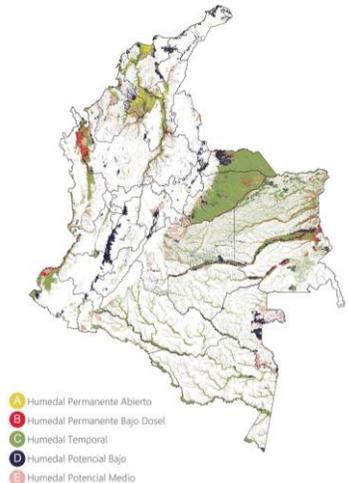
Figura 3. Flujo metodológico para la identificación de los hábitats modificados

El mapa binario de áreas transformadas y no transformadas se intersectará con cuatro insumos: grado de transformación de humedales (Patiño, 2016), áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola (Lasso et al., 2017), remanencia de ecosistemas (MADS, 2018) y distribución de humedales (IAvH, 2015) (Tabla 1), de esta manera las áreas que tengan un grado de transformación elevada en áreas de distribución de humedales, con ecosistemas remanentes y con ecosistemas acuáticos críticos serán identificadas como **hábitats modificados**.

Tabla 1. Insumos empleados para la identificación de los hábitats modificados

<i>Nombre del insumo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fuente</i>	<i>Representación</i>
Transformación de ecosistemas	Secuencia multitemporal de mapas que representan el estado de transformación y/o reemplazo de los ecosistemas originales como resultado de la intensificación del uso de la tierra.	Etter et al., 2015	
Coberturas de la tierra de Colombia	Coberturas terrestres a nivel nacional	IDEAM, 2000, 2010, 2018	

<p>Grado de transformación de humedales</p>	<p>Áreas de humedal transformado a nivel nacional diferenciado por tipo de humedal</p>	<p>Patiño, 2016</p>	
<p>Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola</p>	<p><i>“Aquellas áreas de interés para la conservación de la biodiversidad acuática que contienen una o más especies amenazadas (VU, EN, CR), en una superficie delimitada en función de la hidrografía, geomorfología, topografía, relieve y altitud, tal que le confiera una identidad fisiográfica y biogeográfica propia, con ecosistemas terrestres y acuáticos asociados con especies determinantes, y ajustadas a zonas y subzonas hidrográficas definidas de forma jerárquica.”</i></p>	<p>Lasso et al., 2017</p>	

<p>Remanencia de ecosistemas</p>	<p>Hace referencia a una de las cuatro variables utilizadas para el cálculo de factores de compensación utilizados Manual de compensaciones del componente biótico</p>	<p>MADS, 2018</p>	
<p>Humedales</p>	<p>Distribución de los ecosistemas de humedales en Colombia</p>	<p>IAvH, 2015</p>	

### Hábitats naturales

Se refiere a las áreas que contienen un conjunto viable de especies de flora y fauna o las áreas donde las actividades humanas no han transformado sustancialmente la función o composición (IFC, 2012). Para la identificación de estos hábitats se utilizarán como insumos principales los mapas de transformación de ecosistemas (Etter et al., 2015) y coberturas de la tierra de Colombia (CLC) (IDEAM, 2000, 2010, 2021) que serán intersectados para generar un mapa binario en el que se identifiquen áreas transformadas y no transformadas (Figura 4).

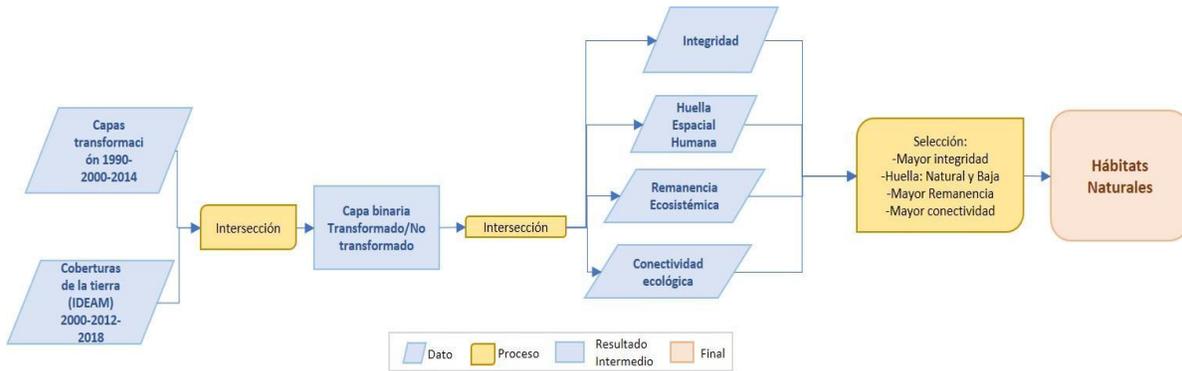
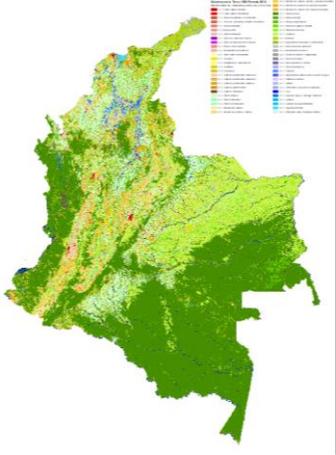
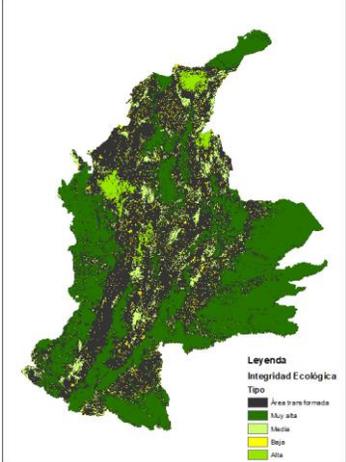
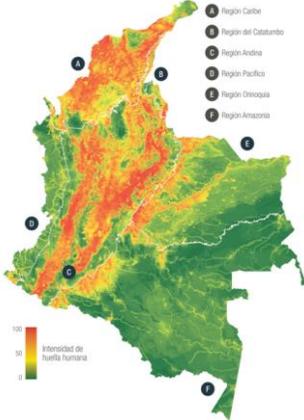


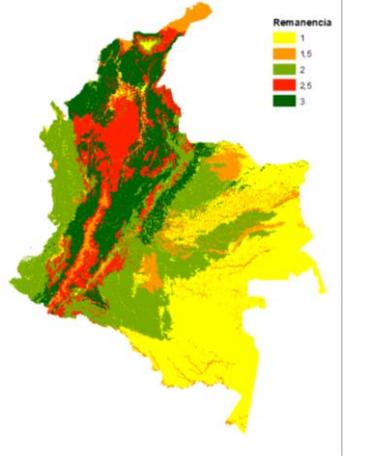
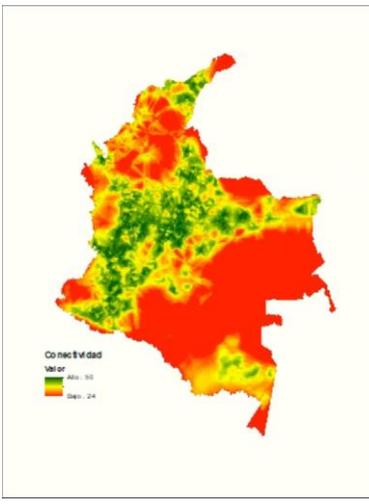
Figura 4. Flujo metodológico para la identificación de los hábitats naturales

El mapa binario de áreas transformadas y no transformadas se intersectará con cuatro insumos: integridad ecológica (González et al., 2015), huella espacial humana (Correa Ayram et al., 2020), remanencia de ecosistemas (MADS, 2018) y conectividad ecológica (Areiza et al., 2018) (Tabla 2), de esta manera las áreas que tengan una mayor integridad, que posean una huella espacial natural o baja, tengan mayor remanencia de ecosistema y mayor conectividad serán identificadas como **hábitats naturales**.

Tabla 2. Insumos empleados para la identificación de los hábitats naturales

<i>Nombre del insumo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fuente</i>	<i>Representación</i>
Transformación de ecosistemas	Secuencia multitemporal de mapas que representan el estado de transformación y/o reemplazo de los ecosistemas originales como resultado de la intensificación del uso de la tierra.	Etter et al., 2015	

<p>Coberturas de la tierra de Colombia</p>	<p>Coberturas terrestres a nivel nacional</p>	<p>IDEAM, 2000, 2010, 2021</p>	
<p>Integridad Ecológica</p>	<p>Dada por el Índice de integridad ecológica desarrollado en el proyecto Planificación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol</p>	<p>González et al., 2015</p>	
<p>Huella Espacial Humana</p>	<p>Identifica el grado o magnitud de la influencia acumulada de las actividades antrópicas sobre los paisajes y ecosistemas, permitiendo identificar si estos han aumentado, disminuido o mantenido. Además, permite identificar áreas donde se presentan grandes focos de transformación.</p>	<p>Correa Ayram et al., 2020</p>	

<p><i>Remanencia ecosistémica</i></p>	<p>Hace referencia a una de las cuatro variables utilizadas para el cálculo de factores de compensación utilizados Manual de compensaciones del componente biótico</p>	<p>MADS, 2018</p>	
<p><i>Conectividad ecológica</i></p>	<p>Mapa que representa el análisis de conectividad entre áreas protegidas a nivel nacional.</p>	<p>Areiza et al., 2018</p>	

### Hábitats críticos

Los hábitats críticos son un subconjunto de los hábitats naturales y modificados, se identifican como áreas con alto valor de biodiversidad que no se restringen solamente a los hábitats naturales (IFC, 2012). En este sentido pueden ser:

1. Hábitats de importancia significativa para la supervivencia de especies amenazadas o críticamente amenazadas;
2. Hábitats de importancia significativa para la supervivencia de especies endémicas o restringidas a ciertas áreas;

3. Hábitats que sustentan la supervivencia de concentraciones significativas a nivel mundial de especies migratorias o que se congregan;
4. Ecosistemas únicos o altamente amenazados;
5. Áreas asociadas a procesos evolutivos clave.

Para la identificación de los hábitats críticos se utilizarán cinco insumos espaciales propuestos: distribución de especies amenazadas, distribución de especies endémicas, distribución de especies migratorias, distribución de ecosistemas estratégicos (IAvH, 2014, 2015; IAVH, 2016) y distribución de la Lista Roja de Ecosistemas (LRE) (Etter et al., 2017) (Tabla 3). Se espera que la intersección de estos cinco insumos identifique los **hábitats críticos**, es decir solo las áreas que coinciden al mismo tiempo entre los insumos (Figura 5).

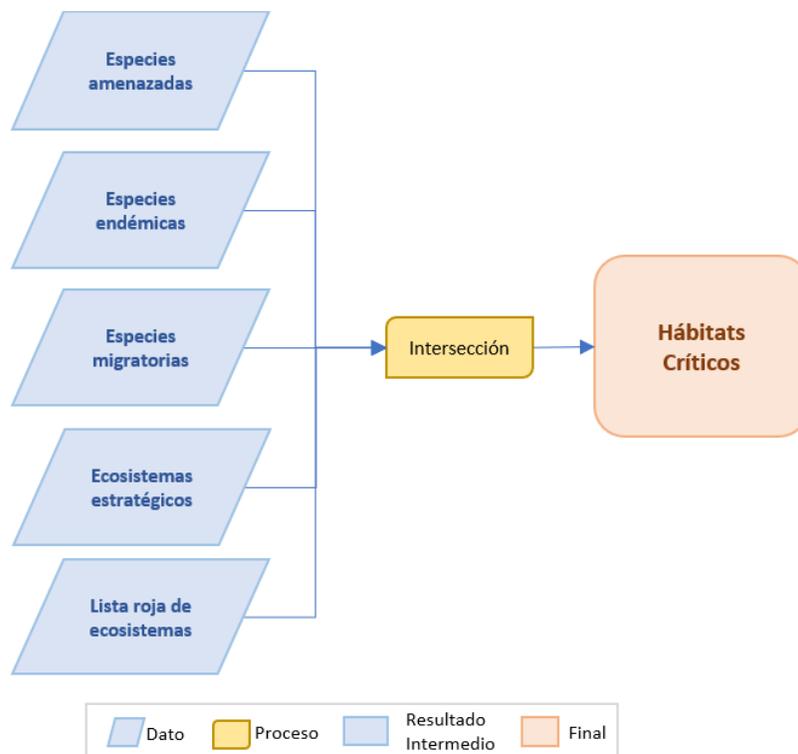
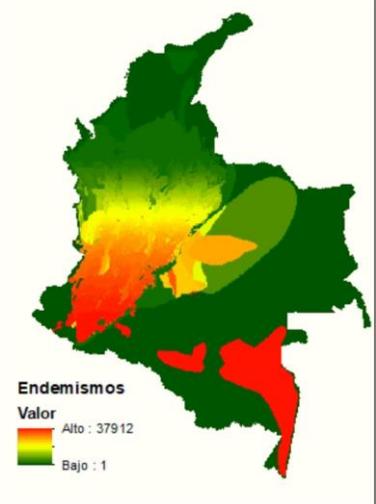
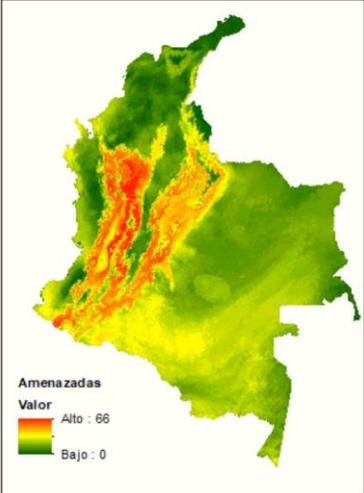
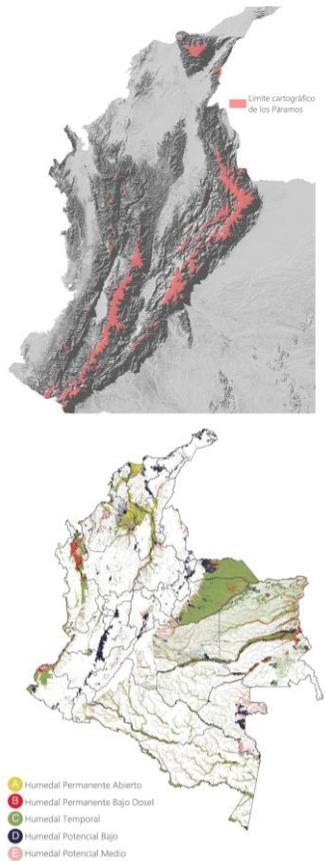
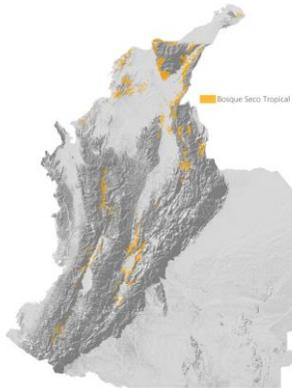


Figura 5. Flujo metodológico para la identificación de los hábitats críticos

Tabla 3. Insumos empleados para la identificación de los hábitats naturales

Nombre del insumo	Descripción	Fuente	Representación
Distribución Riqueza especies	<i>Mapa que presenta la distribución potencial de la riqueza de especies en Colombia</i>	Velásquez-Tibata et al., 2019	 <p>Riqueza de especies        Valor        Alto : 2473        Bajo : 0</p>
Distribución especies endémicas	<i>Mapa que presenta la distribución potencial de la riqueza de especies endémicas en Colombia</i>	Velásquez-Tibata et al., 2019	 <p>Endemismos        Valor        Alto : 37912        Bajo : 1</p>

<p>Distribución especies amenazadas</p>	<p><i>Mapa que presenta la distribución potencial de la riqueza de especies amenazadas en Colombia</i></p>	<p>Velásquez-Tibata et al., 2019</p>	
<p>Distribución ecosistemas estratégicos</p>	<p>Distribución que se consideran estratégicos por prestas servicios y bienes en pro del bienestar de las personas (páramos, bosque seco y humedales)</p>	<p>(IAvH, 2012, 2014, 2015)</p>	

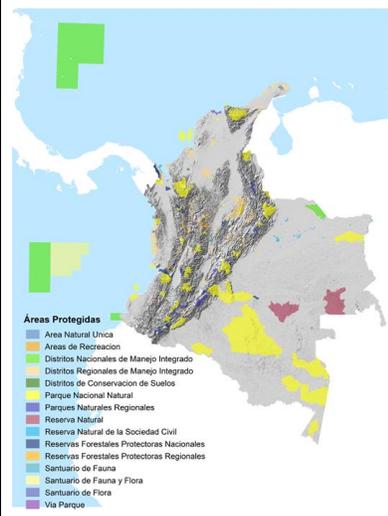
			
<p>Lista Roja de Ecosistemas</p>	<p>Presenta la distribución de los ecosistemas categorizados en distintos grados de amenaza para Colombia</p>	<p>Etter et al., 2017</p>	

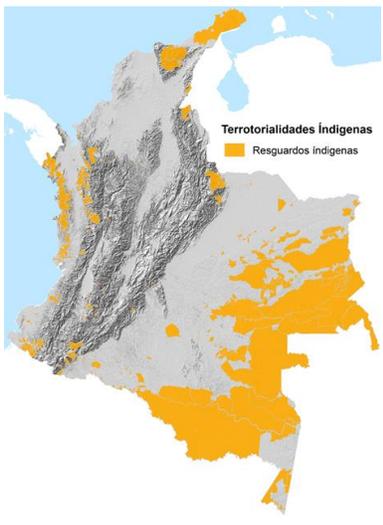
### Áreas reglamentación especial

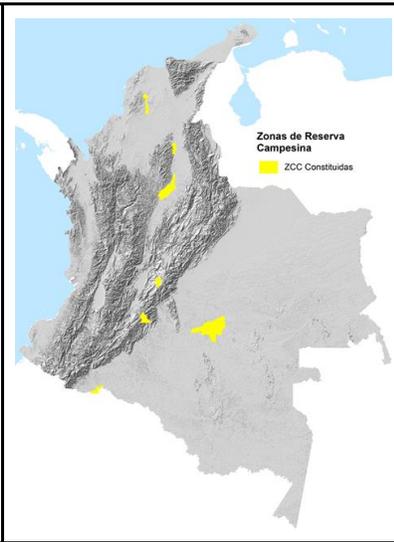
Como insumo para la identificación de Zonas legalmente protegidas y reconocidas internacionalmente, se tomará como referencia la cartografía oficial (tabla 4) relacionada

con el registro de áreas protegidas inscritas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, así como las de localización de Áreas de Resguardos Indígenas, Consejos comunitarios y Reservas Campesinas.

Tabla 4. Insumos empleados para la identificación de Áreas de reglamentación especial.

Nombre del insumo	Descripción	Fuente	Representación
Registro Único de Áreas Protegidas - RUNAP	Mapa que presenta los distintos polígonos que delimitan las diferentes categorías de áreas protegidas del SINAP	SINAP, 2020	

<p>Resguardos indígenas</p>	<p><i>La capa geográfica contiene la información de los Resguardo Indígena legalizado hasta el año 2021.</i></p>	<p>ANT, 2021a</p>	
<p>Consejos comunitarios</p>	<p><i>La capa geográfica contiene la información de los Consejos Comunitarios legalizados hasta el año 2021.</i></p>	<p>ANT, 2021b</p>	

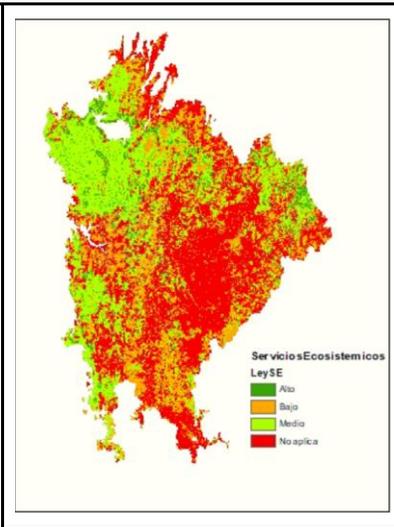
<p>Zonas de reserva campesina</p>	<p><i>La capa geográfica contiene la información de los Zonas de reserva campesina legalizados hasta el año 2021</i></p>	<p>ANT, 2021c</p>	
-----------------------------------	--	-------------------	--

### Servicios ecosistémicos\*\*

Teniendo en cuenta el alcance del acta de trabajo, y el enfoque particular alrededor de valoración de servicios ecosistémicos, en este apartado se enfocará en una serie de proxes de la oferta potencial de servicios ecosistémicos desde el componente biofísico (tabla 5).

Tabla 5. Insumos empleados para la identificación de áreas clave para la oferta potencial de servicios ecosistémicos.

<i>Nombre del insumo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fuente</i>	<i>Representación</i>
--------------------------	--------------------	---------------	-----------------------

Hotspots de servicios ecosistémicos	<i>Mapa que presenta la oferta potencial de servicios ecosistémicos</i>	<i>Díaz et al. 2019</i>	
-------------------------------------	---	-------------------------	--

### MOMENTO 3. METODOLOGÍA PARA SELECCIONAR INDICADORES CLAVE

Para la selección de indicadores clave se propone un ejercicio de priorización a través de la construcción de matrices de calificación de acuerdo a temáticas específicas. Para ello partiremos de un listado inicial de indicadores potenciales (tabla 6), adelantado por el equipo del proyecto en donde se contempló diferentes temáticas asociadas a los componentes a desarrollar en el marco del acta de trabajo.

Este listado preliminar comprende un total de 58 indicadores, categorizados de acuerdo a la temática o nivel de la biodiversidad que aborda. De esta manera se pre-identificaron 24 indicadores que abordan el nivel de especies, 20 indicadores que abordan el nivel de ecosistemas/paisajes y finalmente 14 indicadores que abordan el nivel de servicios ecosistémicos (figura 6).

Figura. 6. Distribución de los indicadores por temática o nivel de la biodiversidad.

### Indicadores por nivel

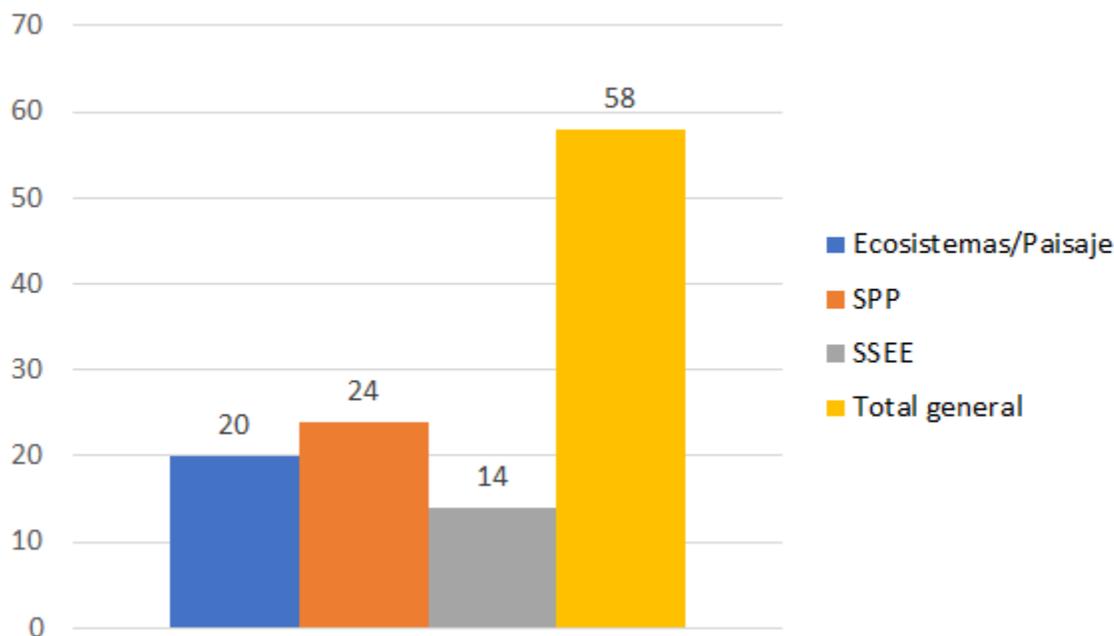


Tabla 6. Listado de indicadores potenciales

id	Indicadores potenciales
1	Riqueza de especies por grupo biológico
2	Abundancia relativa de plantas exóticas
3	Abundancia Especies clave - Fauna (migratorias, endémicas, amenazadas)
4	Riqueza de especies clave - Fauna (migratorias, endémicas, amenazadas)
5	Tasa de mortalidad (vegetal)
6	Tasa de reclutamiento (vegetal)
7	Porcentaje de especies amenazadas con medidas de conservación y manejo en ejecución
8	Porcentaje de especies invasoras con medidas de prevención, control y manejo en ejecución
9	Proporción de especies amenazadas
10	Proporción de especies vulnerables
11	Growth in Species Occurrence Records Accessible Through GBIF
12	PMS-2011

	Índice de abundancia y biomasa de las especies migratorias
13	PMS-2011 Densidad relativa
14	PMS-2011 Coeficiente de Similitud de Sørensen
15	PMS-2011 Índice de Distribución espacial y temporal del número de individuos de las especies de peces presente
16	PMS-2011 Densidad de ictioplancton
17	PMS-2011 Comunidades de flora: Variación en la composición y estructura de las comunidades vegetales evaluadas en las parcelas permanentes. Se medirán cada dos años.
18	PMS-2011 Especies amenazadas de flora. Variación en la estructura poblacional de las especies amenazadas y la densidad poblacional por hectárea, estimadas cada dos años.
19	PMS-2007 Comunidades de flora: Variación en la composición y estructura de las comunidades vegetales evaluadas en las parcelas permanentes. Se medirán cada dos años.
20	PMS-2007 Comunidades de entomofauna: Variación en la composición y estructura de entomofauna, con especial atención a especies bioindicadoras cada dos años.
21	PMS-2007 Censos en transectos (Pettingill, 1970): registro y conteo de los individuos observados presentes al interior de un área representativa de uno o más hábitats, para aves
22	PMS-2007 Densidad, riqueza y diversidad de macroinvertebrados y perifiton encontrado durante monitoreo / Densidad, riqueza y diversidad de macroinvertebrados y perifiton encontrado durante la línea base
23	PMS-2007 Biovolumen para perifiton durante monitoreo / Biovolumen para perifiton durante la línea base
24	MIT- # de animales rescatados, rehabilitados, y liberados
25	Remanencia de coberturas de la tierra/ecosistema
26	Rareza ecosistémica
27	Representatividad ecosistémica
28	Integridad ecológica

29	Tasa de cambio ecosistema/cobertura de la tierra
30	Probabilidad de colapso de la biodiversidad
31	Índice de fragmentación de coberturas naturales
32	Índice de Conectividad
33	Variación de la superficie de las coberturas de la tierra / ecosistemas
34	Proporción del paisaje por coberturas naturales, secundarias y transformadas / ecosistemas
35	Porcentaje de áreas de ecosistemas en restauración, rehabilitación y reforestación
36	Probabilidad de deforestación
37	Índice de Huella Espacial Humana en Colombia
38	Número de hectáreas de áreas protegidas o de reglamentación especial
39	Riqueza de ecosistemas naturales
40	Áreas de congregación de especies clave
41	PMS-2011 Ubicación de las áreas específicas de desove
42	MIT-Número de área de protección declarada
43	MIT-Número de planes de manejo formulados
44	MIT-Área de corredores biológicos para especies claves establecidos
45	Variación del carbono almacenado
46	Índice de retención y regulación hídrica
47	Índice provisión hídrica
48	MIT-Acuerdos de cogobernanza establecidos
49	MIT-Comunidades capacitadas y organizadas
50	MIT-Paquetes turísticos diseñados e implementados
51	MIT-Familias con conocimiento para la mitigación a los riesgos y oportunidades en el territorio
52	MIT-Proyectos comunitarios de aprovechamiento forestal sostenible
53	MIT-Comunidades incluidas e integradas con proyectos productivos sostenibles
54	MIT-Número de familias empleadas en proyectos productivos con productos forestales no

	maderables
55	Oferta espacial de SSEE de provisión de alimento
56	Oferta espacial de SSEE de hábitat potencial para polinizadores
57	Oferta espacial de SSEE de retención de sedimentos
58	Oferta espacial de hotspots de SSEE

Indicadores a nivel de especies; Indicadores a nivel de ecosistemas/paisaje; Indicadores a nivel de servicios ecosistémicos

A partir de este avance preliminar se propone las siguientes matrices de calificación con el fin de aproximarnos a una identificación de los indicadores a ser usados en la estimación de la NPN:

#### Matriz de cumplimiento

Esta matriz pretende calificar los indicadores respecto a la posibilidad de dar alcance a los distintos requerimientos como por ejemplo los relacionados con la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA y aquellos que apuntarán a los criterios ecológicos de las Normas de Desempeño del IFC. Los indicadores que apunten a ambos requerimientos tendrán una calificación de 3, aquellos que solo apunten a uno de los requerimientos tendrán una calificación de 2 y los indicadores que no aborden ninguno de ellos tendrán una calificación de 1.

#### Matriz relación impactos indicadores

Esta matriz pretende calificar los indicadores respecto a su capacidad para hacer seguimiento al estado de la biodiversidad respecto a los impactos identificados. De igual forma, según el alcance de cada indicador para el seguimiento al estado de la biodiversidad respecto a los impactos identificados, se calificará de 0 a 3, siendo 0 el valor asignado a un indicador que no aplica para el seguimiento de ningún impacto y 3 para aquellos que apuntan al seguimiento de más de 4 impactos.

#### Matriz redundancia entre componentes

Esta matriz pretende calificar los indicadores respecto a su capacidad para abordar distintas temáticas asociadas a los análisis a realizar dentro del acta de trabajo. Para la calificación de esta matriz, teniendo en cuenta que el componente 3 se divide en 3 objetivos, se calificarán los indicadores de acuerdo a su redundancia entre componentes. En ese sentido se le otorgara un valor de 1 para aquellos que solo apuntan a un componente del acta de trabajo y un valor de 3 a aquellos indicadores que apunten a más de 4 componentes (teniendo en cuenta los distintos objetivos del componente 3).

### Matriz de expertos

A partir de la consulta a expertos se llevará a cabo la calificación de indicadores de acuerdo a su nivel de relevancia. Para ello se realizará un análisis prospectivo por medio de una adaptación del método de análisis Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación (MICMAC). Este método se utilizará para describir el sistema (área de influencia del PHI) a partir de las múltiples variables o indicadores presentes en las diferentes iniciativas relacionadas con el componente biótico e identificando las relaciones de influencia presentes en el sistema (Godet, 2001). El resultado será la identificación de las variables o factores que son más sensibles a la transformación del ecosistema y sobre las cuales habría que tomar decisiones de conservación, prevención, mitigación y/o compensación (Senhadji-Navarro et al., 2017).

La identificación de las variables clave se llevará a cabo mediante: (1) una matriz de doble entrada (Figura 7) que permitirá definir jerarquías y clasificar las variables o indicadores según su motricidad y dependencia; y (2) el cálculo del valor estratégico de las variables. Como resultado se obtendrá una estructura que identifica las relaciones entre las variables y su importancia para la evolución del sistema. Para la matriz de doble entrada se realizará la consulta a expertos para clasificar la influencia de cada una de las variables en Y sobre las variables en X (Figura 7) de la siguiente manera: 0 si no hay influencia, 1 si la influencia es baja o leve, 2 si la influencia es media o moderada y 3 si la influencia es fuerte (Mendoza et al., 2011; Senhadji-Navarro et al., 2017). Finalmente, se utilizará la información para una gráfica de influencia/dependencia (Figura 8) y una representación del sistema biótico del PHI caracterizado por las N variables.

sobre

Variables del sistema

	V1	V2	V3	V4	V5	Variables del sistema	
Influencia	V1	0	3	2	1	2	
	V2	1	0	1	3	3	
	V3	2	1	0	1	2	
	V4	3	1	3	0	1	
de	V5	2	2	3	1	0	
		Dependencia					

Figura 7. Matriz de influencia/dependencia  
 Fuente: Elaboración propia a partir de (Godet, 2001)

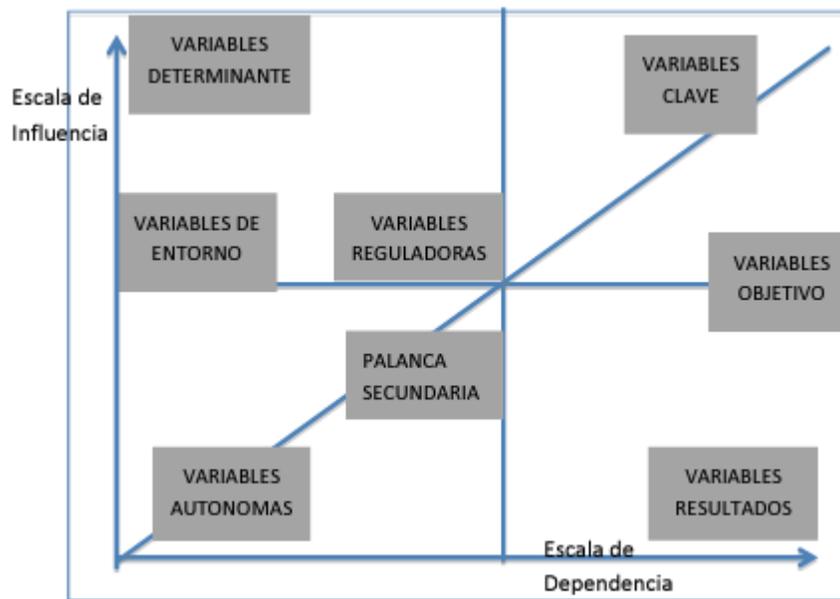
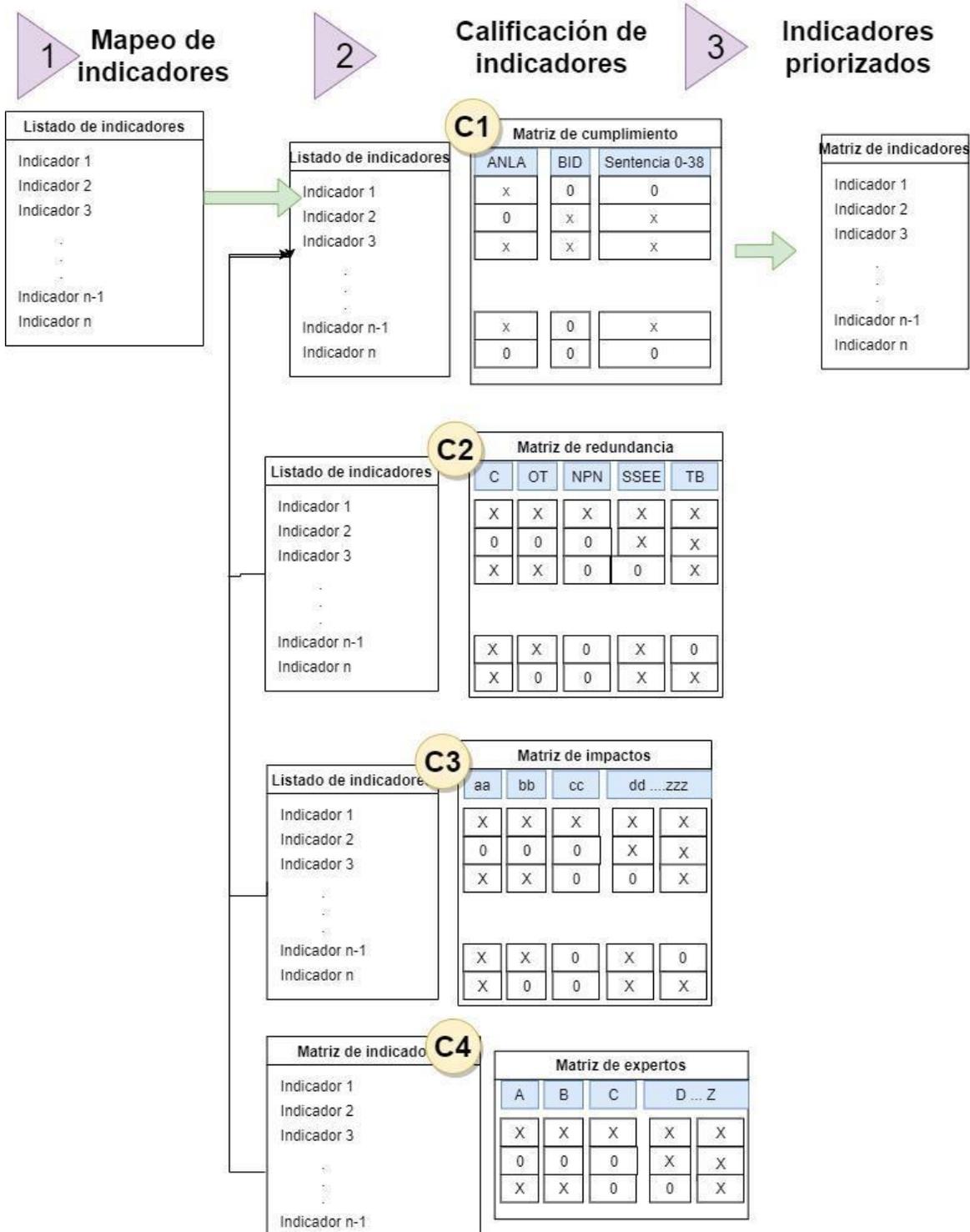


Figura 8. Mapa de influencia/dependencia  
 Fuente: Arango Morales & Cuevas Pérez, 2014

## Priorización de indicadores



Somos el Instituto Nacional de la Biodiversidad

Es importante señalar que el proceso de priorización anteriormente descrito estará condicionado a la revisión final de las fuentes de información entregadas por EPM y sus aliados. De esta manera, teniendo claridad sobre la disponibilidad de información, las temporalidades de captura de insumos condicionarán la selección final de indicadores ajustados a la disponibilidad de insumos para su evaluación.

## **MOMENTO 4. CONCEPTUALIZACIÓN Y CÁLCULO DE LA NO PÉRDIDA**

Los 3 momentos desarrollados a lo largo de esta hoja de ruta, permiten desembocar en este 4 momento asociado a la conceptualización y el cálculo de la NPN. Dicha conceptualización representa una oportunidad para abordar discusiones globales en torno a los retos para el cálculo de la NPN (Gardner et al., 2013), siendo el caso de estudio del PHI un escenario ideal para mostrar avances tanto a nivel internacional como nacional.

Elementos de discusión técnica y metodológica como la definición de la línea base de referencia que permita la adecuada evaluación y seguimiento del desempeño asociado al estado de la biodiversidad (Bull et al., 2014). De igual forma, la selección adecuada de métricas para el cálculo de la NPNB resulta en otro de los grandes retos. Diversos autores han evaluado diferentes índices compuestos, que simplifican en una cifra el estado de la biodiversidad (Carreras et al., 2018). Sin embargo, otros autores discuten el uso de dichos índices, debido a la sobre simplificación de la complejidad de los sistemas naturales, proponiendo de forma contraria, el uso de un set de indicadores que aborden distintos niveles de la biodiversidad (Bezombes et al. 2018).

Las anteriores, entre otras discusiones, resaltan la oportunidad de aportar desde la ciencia y la gestión ambiental empresarial, a la gestión integral de la biodiversidad.

Finalmente, es necesario hacer énfasis en reconocer este proceso como uno iterativo a lo largo de la vida útil del PHI. Esto en tanto la gestión de los impactos identificados por el desarrollo del proyecto, se debe hacer durante las distintas etapas del proyecto (pre-construcción, construcción, operación y cierre). En este sentido, resulta necesaria la evaluación continua y adaptativa de los métodos y métricas propuestas para la evaluación

de la NPN dando cabida a la propuesta de acciones en el marco de una segunda acta de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Aima, D., Edwards, S., Bos, G., Ekstrom, J., Krueger, L., Quétier, F., Savy, C., Semroc, B., Sneary, M., & Bennun, L. (2015). No Net Loss and Net Positive Impact Approaches for Biodiversity: exploring the potential application of these approaches in the commercial agriculture and forestry sectors.

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2015-003.pdf>

ANT (2021a). Mapa Resguardos indígenas. Agencia Nacional de Tierras.

ANT (2021b). Mapa Consejos Comunitarios. Agencia Nacional de Tierras.

ANT (2021c). Mapa Zonas de Reserva Campesina. Agencia Nacional de Tierras.

Arango Morales, X. A., & Cuevas Pérez, V. A. (2014). Metodología. En Método de análisis estructural: matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MICMAC).

Areiza, A., Corzo, G., Castillo, L.S., Matallana, C., Correa Ayram, C.A. (2018). Áreas protegidas regionales y reservas privadas: las protagonistas de las últimas décadas. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia

Arlidge, W. N. S., Bull, J. W., Addison, P. F. E., Burgass, M. J., Gianuca, D., Gorham, T. M., Jacob, C. D. S., Shumway, N., Sinclair, S. P., Watson, J. E. M., Wilcox, C., & Milner-Gulland, E. J. (2018). A Global Mitigation Hierarchy for Nature Conservation.

BioScience, 68(5), 336–347. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy029>

BBOP - Business and Biodiversity Offsets Programme. (2012a). Biodiversity Offset Design Handbook - Updated.

BBOP - Business and Biodiversity Offsets Programme. (2012b). Resource paper: No Net Loss and Loss-Gain Calculations in Biodiversity Offsets. [http://bbop.forest-trends.org/guidelines/Resource\\_Paper\\_NNL.pdf](http://bbop.forest-trends.org/guidelines/Resource_Paper_NNL.pdf)

Bezombes, L., Gaucherand, S., Spiegelberger, T., Gouraud, V., & Kerbirou, C. (2018). A set of organized indicators to conciliate scientific knowledge, offset policies requirements and operational constraints in the context of biodiversity offsets. *Ecological Indicators*, 93(June), 1244–1252. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.027>

Bull, J. W., Gordon, A., Law, E. A., Suttle, K. B., & Milner-Gulland, E. J. (2014). Importance of baseline specification in evaluating conservation interventions and achieving no net loss of biodiversity. *Conservation Biology*, 28(3), 799–809. <https://doi.org/10.1111/cobi.12243>

Bull, Joseph W., Gordon, A., Watson, J. E. M., & Maron, M. (2016). Seeking convergence on the key concepts in ‘no net loss’ policy. *Journal of Applied Ecology*, 53(6), 1686–1693. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12726>

Carreras Gamarra MJ, Lassoie JP, Milder J. Accounting for no net loss: A critical assessment of biodiversity offsetting metrics and methods. *J Environ Manage*. 2018 Aug 15;220:36-43. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.05.008. Epub 2018 May 11. PMID: 29753987.

Correa Ayram, C., Etter, A., Diaz-Timoté, J. J., Rodríguez Buriticá, S., Ramirez, W., & Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117(106630). [10.1016/j.ecolind.2020.106630](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630)

- Díaz-Timote, J., Isaacs-Cubides, P., Arce, M., (2019). Oferta de servicios ecosistémicos de regulación para Colombia, in: Moreno, L. A., Andrade, G. I., (Eds.). 2019. Biodiversidad 2019. Estado y tendencia de la biodiversidad continental de Colombia.
- Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). Estado de los Ecosistemas Colombianos - 2014 Una aplicación de la metodología Lista Roja de Ecosistemas - UICN.
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Arévalo, P., Amaya, P., Cortés, J., Pacheco, C., Soler, D. (2017). Risk assessment of Colombian continental ecosystems an application of the Red List of Ecosystems methodology (v. 2.0). Bogotá D.C., Colombia. Available at: The Colombian Red List of Ecosystems (version 2.0)
- EPM y UNAL. (2017). Plan De Ordenamiento Del Embalse Del Proyecto Hidroeléctrico Ituango Y Su Área De Influencia - POE. Medellín
- Gardner, T. A., Von Hase, A., Brownlie, S., Ekstrom, J. M. M., Pilgrim, J. D., Savy, C. E., Stephens, R. T. T., Treweek, J., Ussher, G. T., Ward, G., & Ten Kate, K. (2013). Biodiversity Offsets and the Challenge of Achieving No Net Loss. *Conservation Biology*, 27(6), 1254–1264. <https://doi.org/10.1111/cobi.12118>
- Godet, M. (2001). Creating futures. Scenario planning as a strategic management tool. *Economica-Brookings Diffusion*.
- González M.F., Díaz-Pulido A., Mesa, L.M., Corzo G., Portocarrero Aya, M., Lasso, C., Chaves, M.E. y M. Santamaría. (Eds.). 2015. Catálogo de biodiversidad de la región orinoquense. Volumen 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S. A. Bogotá D.C., Colombia. 408 p.
- IAvH. (2012). Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de

Colombia, escala 1:100.000. Proyecto: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia. Convenio Interadministrativo de Asociación 11-103, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.

IAvH. (2014). Bosques secos tropicales de Colombia, escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.  
<http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/eca845f9-dea1-4e86-b562-27338b79ef29>

IAvH. (2015). Mapa Identificación de humedales de Colombia, escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.  
<http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/d68f4329-0385-47a2-8319-8b56c772b4c0>

IDEAM. (2000). Mapa de Coberturas de la Tierra Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000 (Período 2000 - 2002).

IDEAM. (2010). Mapa de Coberturas de la tierra. Período 2005 – 2009. Escala 1:100.000.

IDEAM. (2021). Cobertura de la Tierra Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Periodo 2018.

IFC. (2012). Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social.

Integral. (2007). Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

Integral. (2011). Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

Kiesecker, J. M., Copeland, H., Pocerwicz, A., & McKenney, B. (2010). Development by design: Blending landscapelevel planning with the mitigation hierarchy. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(5), 261–266. <https://doi.org/10.1890/090005>

Lasso, C. A., D. Córdoba y M. A. Morales-Betancourt (Eds.). 2017. XVI. Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola amenazada en Colombia:

- moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodílidos, aves y mamíferos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 353 pp.
- MADS. (2018). Manual de compensación del componente biótico, Bogotá, D.C. Colombia.
- Maron, M., Brownlie, S., Bull, J. W., Evans, M. C., Von Hase, A., Quétier, F., Watson, J. E. M., & Gordon, A. (2018). The many meanings of no net loss in environmental policy. *Nature Sustainability*, 1(1), 19–27. <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0007-7>
- Mendoza, A., Quintero, I., & Sarmiento, E. (2011). Aplicación de Técnicas Prospectivas. *Ingeniare*, (11), 25-36. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.11.642>
- Moilanen, A., & Kotiaho, J. S. (2018). Fifteen operationally important decisions in the planning of biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 227(September), 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.09.002>
- Patiño, J. E. (2016, julio). Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 86-105. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148413006>
- Pereira, H. M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G. N., Jongman, R. H. G., Scholes, R. J., Bruford, M. W., Brummitt, N., Butchart, S. H. M., Cardoso, A. C., Coops, N. C., Dulloo, E., Faith, D. P., Freyhof, J., Gregory, R. D., Heip, C., Höft, R., Hurtt, G., Jetz, W., ... Wegmann, M. (2013). Essential biodiversity variables. *Science*, 339(6117), 277–278. <https://doi.org/10.1126/science.1229931>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Senhadji-Navarro, K., Ochoa-Ruiz, M. A., & Rodríguez Miranda, J. P. (2017). Estado

ecológico de algunos humedales colombianos en los últimos 15 años: una evaluación prospectiva. *Colombia Forestal*, 20(2), 181-191.

SINAP (2020). Registro único de áreas protegidas en Colombia. Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

ten Kate, K., Bishop, J., Bayon, R., ten Tate, K., Bishop, J., & Bayon, R. (2004).

Biodiversity offsets: Views, experience, and the business case. In *Diversity* (Issue November). <https://doi.org/ISBN:2-8317-0854-0>

The Biodiversity Consultancy. (2015). A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy.

Velásquez-Tibata, J., Olaya-Rodríguez, M. H., López-Lozano, D., Gutiérrez, C., González, I. y Londoño-Murcia, M. C. (2019). BioModelos: A collaborative online system to map species distributions. *PLoS ONE* 14(3): e0214522.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214522>