



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Lineamientos Metodológicos para la determinación del área de influencia de proyectos sobre el componente biótico

Luisa Fernanda Boada Hurtado

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)
Bogotá, Colombia

2016

Lineamientos Metodológicos para la determinación del área de influencia de proyectos sobre el componente biótico

Luisa Fernanda Boada Hurtado

Tesis de investigación presentada como requisito para optar al título de:

Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Dr, José Javier Toro Calderón

Línea de Investigación:

Estudios de Impacto Ambiental

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios Ambientales

IDEA

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales IDEA

Bogotá, Colombia

2016

Dedicada a Tatto

Por qué el verdadero amor lo encontré en el ser más sencillo pero perfecto de la naturaleza.

Agradecimientos

En primer lugar al Divino Creador quien es el que me da la fuerza para apreciar la vida y las personas que me rodean.

A Cedelinda y Gerson mis padres, quienes han hecho de mí una persona que valora la vida y las oportunidades que ella entrega. Me dan la fuerza para seguir sin importar las adversidades.

A Carlos, que llegó a mi vida en el momento y tiempo justo, haciéndome entender que la disciplina y el amor son el complemento para alcanzar lo que se quiera. Su apoyo en todo sentido hizo de este trabajo un trabajo de esfuerzo y amor.

A la Universidad Nacional de Colombia por ser mi segunda casa y a los docentes del Instituto de Estudios Ambientales –IDEA, por enseñarme que la crítica es el arma más importante para luchar en contra de la necesidad de la sociedad. Pensar la vida dentro de la complejidad.

Al profesor Javier Toro quien con su exigencia y crítica me ayuda a crecer como persona y profesional. Estar dispuesto a mejorar cada día, es el camino de todos los que pretendemos ayudar a construir un país mejor.

A mis compañeros de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, especialmente a Alveiro García por motivarme a iniciar los estudios en la maestría y ser un amigo de verdad, a Laura Calderón y Mercedes Gonzales quienes de manera crítica pero amigable me alentaron a seguir en este camino hasta el último día.

Y en general a todas las personas que aportaron en todo sentido a que esto se materializara desde el primer día que inicie la maestría.

.

Resumen

La producción de bienes y servicios está directamente relacionada con el límite de los ecosistemas así como con sus interrelaciones. Esta investigación busca entender los ecosistemas como sistemas complejos, dinámicos y cambiantes así como limitados. El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) en Colombia se ha transformado en un requisito más no en una herramienta de prevención y precaución de los potenciales impactos al ambiente. Caracterizar así cómo determinar las áreas de influencia de los proyectos, en este caso para el componente biótico, se convierte en la base de los EsIA el cual ofrece la información necesaria del alcance de los proyectos, obras u actividades.

El análisis de esta investigación se apoyó en una muestra de 37 EsIA licenciados para año 2014, dónde se destacaron los parámetros utilizados sobre el componente biótico, así como las metodologías empleadas para la identificación, caracterización, evaluación y valoración de los impactos. Al reconocer el vacío en la determinación de las áreas de influencia, se proponen directrices generales, que permiten visualizar de manera real la importancia de las áreas de influencia sobre el componente biótico a través del entendimiento de los atributos biológicos: estructura, composición y función.

Palabras clave: complejidad, flora, fauna, ambiente, lineamientos, niveles jerárquicos.

Abstract

The production of goods and services is directly related with both the ecosystems limits and interactions. This work aims to show ecosystems as complex, dynamic, ever changing and yet constrained systems. In Colombia the Environmental Impact Assessment (EIA) has become just a requirement rather than a tool for precaution and prevention of any potential impacts to the environment. The Environmental Impact Assessment (EIA) brings the necessary information regarding the scope of projects, construction works and activities. In this sense the characterization and determination of the influence area, in this case of the biotic component, is of outmost importance during the process of Environmental Impact Assessment.

This research work studied 37 licensed EIAs for the year 2014. For each EIA the parameters used for the assessment of the biotic component were identified, as well as the methods deployed for the identification, characterization, evaluation and value assessment of the impacts. During this work a lack of procedural structure for the determination of the influence area was identified and therefore general guidelines are suggested. Such guidelines underscore the understanding of biological attributes such as structure, composition and function and in this way provide the real importance of influence areas over the biological component, during the EIAs.

Keywords: complexity, flora, fauna, environment, guidelines, hierarchical levels.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de Figuras	XIII
Lista de Tablas	XV
Lista de abreviaturas	XVII
Introducción	1
1. El sistema, eje principal para el entendimiento del ambiente	5
1.1. Definición, características y propiedades de los sistemas.....	5
1.1.1. Definición.....	5
1.1.2. Características de los sistemas.....	6
1.1.3. Tipos de sistemas	7
1.1.4. Estructura y función de los sistemas	10
1.2. Teoría General de Sistemas (TGS).....	11
1.2.1. Fundamentos de la TGS	12
1.2.2. Principios de la TGS	13
1.3. De la TGS a los sistemas biológicos.....	14
1.3.1. Los ecosistemas como sistemas dinámicos.....	14
1.4. La escala: herramienta para la comprensión del área de influencia sobre los sistemas biológicos	17
1.5. Conclusiones del capítulo	20
2. Área de influencia en los EIA	21
2.1. EIA como herramienta para la gestión ambiental.....	21
2.2. EsIA y el área de influencia	25
2.2.1. El área de influencia en las metodologías para los EsIA – contexto general	26
2.2.2. Área de influencia en el contexto del LA en Colombia.....	31
2.3. Conclusiones del capítulo	56
3. Objetivos	47
3.1. Objetivo general.....	47
3.1.1. Objetivos específicos	47
4. Estrategia metodológica	58
5. Área de influencia sobre el componente biótico en los EsIA	60

5.1.	Muestra	60
5.2.	Caracterización y evaluación biótica del área de influencia	63
5.2.1.	Identificación de las áreas de influencia.....	63
5.2.2.	Escenario sin proyecto – caracterización biótica.....	65
5.3.	Metodologías – identificación y calificación de impactos	79
5.3.1.	Valoración de los atributos.....	82
5.3.2.	Valoración de los impactos en el escenario con proyecto	84
5.3.3.	Plan de manejo ambiental (PMA)	87
5.4.	Caracterización vs determinación del área de influencia	90
5.5.	Conclusiones del capítulo.....	92
6.	Propuesta de lineamientos metodológicos	93
6.1.	Generalidades de los lineamientos.....	93
6.2.	Lineamiento 1: Trazabilidad biótica	95
6.2.1.	Lineamiento 1.1: Análisis multitemporal de coberturas	96
6.2.2.	Lineamiento 1.2: Análisis multitemporal de especies	97
6.3.	Lineamiento 2: Monitoreo de especies sombrilla	101
6.4.	Lineamiento 3: Interacciones y propiedades emergentes	103
6.5.	Lineamiento 4: Alcance a nivel de organismo.....	106
6.6.	Aplicación.....	109
6.7.	Aportes y debilidades	113
6.8.	Conclusiones del capítulo.....	115
7.	Conclusiones y recomendaciones	116
7.1.	Conclusiones.....	116
7.2.	Recomendaciones.....	117
A.	Anexo: EsIA por sectores productivos	119
8.	Bibliografía.....	124

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1-1 Entradas y salidas de un sistema	10
Figura 1-2 Atributos de los sistemas biológicos	15
Figura 1-3 Representación de la extensión y el tamaño sobre una superficie	19
Figura 2-1 Componentes generales del EsIA	24
Figura 2-2 Metodologías EsIA para Colombia sobre el componente biótico	34
Figura 2-3 Comparación porcentual de las metodologías de EsIA en Colombia.....	44
Figura 5-1 Porcentaje de proyectos totales licenciados	61
Figura 5-2 Porcentaje de proyectos sin el sector plaguicidas	62
Figura 5-3 Número de estudios vs parámetros biológicos para componente flora	73
Figura 5-4 Número de estudios vs índices ecológicos para componente fauna.....	76
Figura 5-5 Uso de entrevistas para los inventarios de fauna	77
Figura 5-6 Análisis trófico para el proyecto área de explotación Atarraya.....	78
Figura 5-7 Número de estudios vs metodologías utilizadas	80
Figura 5-8 Porcentaje de metodologías empleadas.....	80
Figura 5-9 Uso de atributos extensión y magnitud.....	82
Figura 5-10 Valoración de impactos sobre el componente fauna sin y proyecto.....	85
Figura 5-11 Valoración de impactos sobre componente flora con y sin proyecto.....	86
Figura 5-12 Porcentaje de uso de las acciones del PMA.....	87
Figura 5-13 Porcentaje de las medidas de manejo incluidos en la muestra.....	89
Figura 5-14 Diferencias entre caracterización y determinación del área de influencia	91
Figura 6-1 Número de especies vs proyectos por año.....	99
Figura 6-2 Número de especies estratégicas vs proyectos por año.....	100

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1-1 Clasificación de los general de los sistemas.....	8
Tabla 2-1. Ejemplo matriz de Leopold	27
Tabla 2-2 Atributos método de Conesa	28
Tabla 2-3 Área de influencia en las metodologías utilizadas en los EsIA.....	29
Tabla 2-4 Requerimientos generales para los EsIA y los DAA	31
Tabla 2-5 Metodologías de presentación obligatoria	35
Tabla 2-6 Términos de Referencia (TR) para el área de influencia en ecosistemas terrestres.....	38
Tabla 2-7 TR para el área de influencia en ecosistemas acuáticos	41
Tabla 2-8 Modificaciones a la ecuación de Conesa.....	43
Tabla 2-9 Calificación de atributos metodología EPM	45
Tabla 2-10 Valoración de la importancia con la metodología EPM.....	45
Tabla 2-11 Áreas de aplicación metodología RAM.....	46
Tabla 2-12 Parámetros para el componente ambiental RAM.....	47
Tabla 2-13 Cálculo probabilidad de ocurrencia y riesgo - metodología RAM.....	49
Tabla 2-14 Valoración de atributos en la metodología Integral	50
Tabla 2-15 Ejemplo de valores de IAP e ImpAct para factores ambientales.....	52
Tabla 2-16 Ejemplo de valores de vulnerabilidad e ImpVul para algunos factores ambientales.....	53
Tabla 2-17 Valores para el área de influencia.....	55
Tabla 5-1 Proyectos licenciados en 2014	60
Tabla 5-2 Proyectos licenciados sin sector plaguicidas	61
Tabla 5-3 Número de estudios muestra por sector	62
Tabla 5-4 Matriz de parámetros biológicos encontrados.....	67
Tabla 5-5 Clasificación y calificación de las coberturas vegetales para el valor de sensibilidad global.....	71

Tabla 5-6 Modificaciones de las fórmulas metodológicas presentes en los EsIA	81
Tabla 5-7 Valores de extensión y magnitud	83
Tabla 5-8 Impactos representativos por flora y fauna.....	84
Tabla 5-9 Medidas identificadas en los PMA.....	89
Tabla 5-10 Conceptualización.....	90
Tabla 6-1 Reporte de datos número de especies de fauna vs proyectos productivos por año (ejemplo).....	98
Tabla 6-2 Reporte de datos número de especies estratégicas de fauna vs proyectos productivos por año (ejemplo).....	99
Tabla 6-3 Características generales de las especies sombrilla	102

Lista de abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
AC	Acumulación
AL	Área de Influencia Lineal
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
AI	Área de Influencia
AID	Área de Influencia Directa
AII	Área de Influencia Indirecta
CA	Carácter
CAR	Corporación Autónoma Regional
DAA	Diagnóstico Ambiental de Alternativas
DR	Duración
EF	Efecto
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPM	Empresas Públicas de Medellín-Colombia
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
EX	Extensión
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
I	Importancia
IA	Impactos Acumulativos
ICA	Informe de Cumplimiento Ambiental
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IM	Importancia
IN	Intensidad
LA	Licenciamiento Ambiental
MG	Magnitud
MI	Mitigabilidad
MO	Momento
NA	Naturaleza del impacto

Abreviatura	Término
NEPA	National Environmental Policy Act
ONU	Organización de la Naciones Unidas
PE	Periodicidad
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PO	Probabilidad de Ocurrencia
POA	Proyectos, Obras u Actividades
POT	Planes de Ordenamiento Territorial
PR	Presencia
PT	Persistencia
RAE	Real Academia de la Lengua Española
RAM	Risk Assessment Matrix – Matriz de Análisis de Riesgos
RE	Recuperabilidad
RS	Resiliencia
RV	Reversibilidad
SI	Sinergia
SINA	Sistema de Información Ambiental
TD	Tendencia
TGS	Teoría General de Sistemas
TI	Tipo

Introducción

Colombia actualmente es considerada como uno de los países con mayor biodiversidad del planeta. La variedad de sus ecosistemas posibilita la existencia de una gran cantidad de especies animales y vegetales, en las que se incluyen un número importante de especies endémicas (Rangel, 1995; Donato, 2015). Sin embargo el incremento en la producción de bienes y servicios, ha puesto en riesgo la estabilidad de los ecosistemas donde estas especies habitan, los cuales generan problemas no solo a nivel ecológico sino a nivel social, económico y político (Rodríguez M., 2000 Martín-López, González, I.Castro, & Llorente, 2007; Von Mentz, 2012). A partir de la necesidad de mitigar y prevenir las consecuencias de las acciones humanas sobre el ambiente, se implementa como medida de control la evaluación de impacto ambiental (EIA).

La EIA se considera como un proceso dirigido a la protección y conservación de la naturaleza a través del análisis de los potenciales impactos que proyectos de cualquier tipo puedan tener sobre el ambiente. Para los entes internacionales este proceso representa una de las principales herramientas de gestión para la regulación del uso de los recursos naturales (Espinoza, 2001) y se relaciona a su vez con el cumplimiento de la políticas ambientales de un estado; llega a ser una herramienta de tipo preventivo y mitigatorio. La EIA involucra tanto los impactos negativos como positivos de proyectos, obras u actividades (POA), la cual permite o no su realización (Astroga *et al.*, 2007; FAO, 2012).

Para Colombia el proceso de EIA se homologa, para el sector público, al licenciamiento ambiental (LA), incorporado en la legislación desde 1973 con la expedición del Código de Recursos Naturales No Renovables (CRNN). La EIA utiliza como instrumento técnico los estudios de impacto ambiental (EslA), documentos que se ajustan de acuerdo a los parámetros establecidos por las autoridades ambientales competentes. La aprobación o

no aprobación de los EslA es elemento fundamental para decidir sobre la implementación de los POA en el país. (Rodríguez G., 2011; ANLA, 2016). A pesar de que el proceso de LA debe ser exigente, para el caso colombiano la elaboración de los EslA se realiza bajo metodologías genéricas, poco rigurosas que no contemplan la complejidad del territorio, es uno de los principales problemas a los que se enfrenta el LA en el país. Uno de los puntos críticos en la elaboración de los EslA es la determinación del área de influencia (AA). El inadecuado uso de las escalas en la estimación de las coberturas vegetales afectadas, la evaluación sectorizada y no integral de los componentes y la no aplicación del principio de precaución sobre los impactos acumulativos generados, son algunos de los principales problemas que enfrenta no solo la determinación de las áreas de influencia, sino los planes de manejo ambiental en cuanto a su alcance y estimación (Espinoza, 2001; Cueto, 2006; Coria, 2008; Donato, 2015). Para Colombia se evidencia la no existencia de metodologías o lineamientos oficiales para la determinación de áreas de influencia, el proponente del proyecto puede determinar el área de influencia a su criterio, el cual utiliza y modifica las metodologías existentes de acuerdo al equipo evaluador.

La presente investigación tiene como objetivo general proponer lineamientos para la determinación del área de influencia específicamente para el componente biótico, para el escenario de la EIA actual del país.

Para su cumplimiento se revisaron los conceptos y metodologías utilizadas a nivel internacional y nacional. A partir de esta información se pretende: analizar el concepto de área de influencia sobre el componente biótico utilizado actualmente en el país; examinar de manera crítica-constructiva los procesos utilizados a través de una muestra de los EslA licenciados de los sectores productivos representativos (energía, hidrocarburos, infraestructura y minería) y generar pautas o lineamientos generales de tipo metodológico para la determinación de área de influencia sobre el componente biótico. El trabajo se estructura y desarrolla en 7 capítulos: el primer capítulo hace referencia al marco conceptual y teórico de la investigación, el cual se centra en la definición, características y propiedades de los sistemas a partir de la Teoría General de Sistemas (TGS). De acuerdo a estos conceptos se trabaja la definición de ecosistema y escala. El segundo capítulo analiza el concepto de área de influencia desde la EIA, se plantean los conceptos y metodologías utilizadas en el ámbito nacional e internacional, se intenta

plasmar de manera crítica las deficiencias y fortalezas de esta conceptualización así como su aplicación dentro del proceso de EIA a nivel nacional; el tercer y cuarto capítulo aborda los objetivos y la estrategia metodológica respectivamente; el quinto capítulo presenta los resultados así y los análisis de las metodologías utilizadas en los EsIA de la muestra seleccionada por cada sector seleccionado.

De acuerdo con el capítulo quinto, el capítulo sexto presenta como alternativa una propuesta metodológica general, la cual intenta dar conceptos más claros y objetivos de cara al entendimiento conceptual del área de influencia. Adicionalmente se pretende brindar pautas específicas para su determinación a la hora de presentar los EsIA, con el fin de tener más claridad sobre los impactos potenciales del proyecto así como el verdadero alcance del PMA. Con el capítulo séptimo se dan a conocer las conclusiones del análisis y de la propuesta así como las recomendaciones para futuras investigaciones en el área.

1.El sistema, eje principal para el entendimiento del ambiente

Este capítulo presenta el concepto de sistema desde la perspectiva de la complejidad con el fin de entender y determinar las áreas de influencia de los proyectos, obras o actividades en el contexto de los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia.

1.1. Definición, características y propiedades de los sistemas

1.1.1. Definición

Uno de los conceptos que ha cambiado la percepción del ambiente, es el de sistema. Con el surgimiento y desarrollo de diferentes disciplinas del conocimiento, se ha utilizado con el fin de explicar procesos, estados o individuos. La primera aproximación conceptual fue realizada por Lawrence Henderson en 1913 citado por Donato (2015), quien definió sistema como la relación entre organismos vivos y sistemas sociales cuyas propiedades principales son producto de sus interacciones. Con este primer concepto Ludwig von Bertalanffy en 1950, postula la Teoría General de Sistemas (TGS) basada en el concepto de organismo no como aglomerado de elementos sino como un sistema integrado y ordenado (Donato, 2015).

Para Cathalifaud & Osorio (1998) el sistema es un conjunto de elementos íntimamente relacionados, generalmente estables con un objetivo específico. Las conexiones de y entre los elementos que lo componen, más las propiedades que cada uno de ellos posea permite que el sistema sea funcional. Para Bossel (1998, 1999, 2000) citado por Donato (2015) el sistema se define como un conjunto de objetos relacionados entre sí con características dadas de acuerdo a su función, elementos y estructura.

Sin embargo no solo lo funcional define el sistema, también lo hace la estructura y la composición (Donato, 2015) y es a partir de estas propiedades que es posible destacar características importantes a la hora de definir un sistema.

1.1.2. Características de los sistemas

Dentro de la definición general de sistema se destacan la complejidad y la integralidad como propiedades principales. Sin embargo para su comprensión es necesario abordar, aparte de estas dos, las siguientes características:

- **Complejidad**

Se define como la interrelación entre los componentes y los subsistemas del sistema. La complejidad obedece al menos a las siguiente tres causas: 1) relacionadas con el número, las características y las interacciones de los elementos del sistema; 2) originadas por la incertidumbre y el azar de lo que rodea al sistema; y 3) por último las relacionadas con la entropía y entalpia dadas por la leyes propias de la materia y la energía (Donato, 2015). Un sistema entonces es más complejo en la medida que el número de elementos, interacciones y variedad aumenten (Tarride, 1995; Donato, 2015)

- **Sinergia**

Los sistemas son sinérgicos en la medida que el estudio de sus partes de manera aislada no pueda explicar su funcionamiento y comportamiento. Así mismo la sinergia es entonces un fenómeno que aparece si y solo si existe interacción de sus elementos (Arnold & Osorio, 1998; Malagón & Prager, 2001).

- **Jerarquía**

Es el ordenamiento del sistema, de acuerdo al grado que tengan los elementos con respecto a los otros. Cada componente de la jerarquía esta interrelacionado con el anterior a través de subsistemas y suprasistemas (Malagón & Prager, 2001). Como ejemplo tenemos los niveles de organización de los sistemas vivos (moléculas, organelos, células, tejidos, órganos, sistema de órganos, organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, biomas y biosfera) (Odum, 1963). La organización por jerarquía, permite que los elementos de niveles superiores e inferiores se combinen. Un ejemplo de estas combinaciones es lo que se conoce como sistemas anidados, los

cuales al interactuar dan origen a lo que se conoce como *propiedades emergentes*. Las propiedades emergentes surgen por la interacción de los componentes y no por que se modifique la función del componente mismo. La transformación de la energía y los procesos de descomposición por ejemplo, son propiedades emergentes (Donato, 2015).

- **Homeostasis**

Esta característica es propia de los sistemas vivos, organismos que tiene la capacidad de adaptarse. Estos procesos de homeostasis se originan de acuerdo a la variabilidad del ambiente. Estas variaciones activan en los sistemas los diferentes tipos de reacciones frente a dicha variación (bloqueo, sustitución o compensación), lo que permite estabilizar la estructura del sistema (Arnold & Osorio, 1998).

- **Resiliencia**

Se define resiliencia como la capacidad de los sistemas de absorber las perturbaciones o variables del ambiente y reorganizarse luego de experimentar dichos cambios. La resiliencia también se presenta mientras estos cambios están transcurriendo (Martín-López, González, I.Castro, & Llorente, 2007).

- **Retroalimentación**

Se conoce también como feedback o retroacción. Este proceso se caracteriza por tener la capacidad de ejercer control sobre los procesos del sistema, donde parte de las salidas son utilizadas para controlar la entrada de elementos, esto con el fin de regular las entradas y poder así mantenerse relativamente en el equilibrio. Existen dos formas de retroalimentación: la retroalimentación positiva y la retroalimentación negativa (Arnold & Osorio, 1998; Malagón & Prager, 2001).

1.1.3. Tipos de sistemas

Los sistemas como elementos de la naturaleza se relacionan entre sí de manera organizada y a su vez se relacionan con otros sistemas similares; no están aislados unos de otros si no que interactúan y se combinan con sistemas más complejos (Donato, 2015). La clasificación más general de sistemas se plantea de acuerdo a su interacción con el ambiente que los rodea, divididos entonces en sistemas abiertos y sistemas cerrados (Sutton & Harmon, 1996). Johansen (1993) define sistemas abiertos como aquellos capaces de interactuar con su medio circundante, donde existe un continuo intercambio y transformación de la energía. Estos sistemas se encuentran en constante incorporación y eliminación de materia, un estado *uniforme* (Bertalanffy, 1968). Son

sistemas que importan y procesan diferentes tipos de elementos (materia, energía e información) del ambiente que los rodea; estos intercambios determinan su equilibrio y viabilidad (Arnold & Osorio, 1998). Por otro lado, los sistemas cerrados se definen como sistemas que no tienen ningún tipo de interacción con el medio que lo circunda, no tienen la capacidad por si mismos de realizar intercambio de energía, materia o información (Bertalanffy, 1968; Malagón & Prager, 2001). Este comportamiento no es muy usual en la naturaleza y se presenta en la mayoría de sistemas artificiales.

El referente de sistemas abiertos y cerrados es el más empleado en la literatura (Johansen, 1993), sin embargo algunos autores presentan la clasificación de sistemas de acuerdo no solo a la interacción que tienen con el ambiente sino las características propias de los sistemas (Tabla 1-1).

Tabla 1-1 Clasificación de los general de los sistemas

CLASIFICACIÓN POR SU(S):	TIPO	DEFINICIÓN	AUTOR
RELACIÓN CON EL AMBIENTE	Sistema abierto	Sistemas que intercambian materia, energía e información.	Alba, 1995; Van Gigch, 1987; Chiavenato, 2004
	Sistema cerrado	No hay intercambio de ningún tipo.	
NATURALEZA	Sistemas concretos	Sistemas tangibles.	
	Sistemas abstractos	Sistemas simbólicos.	
ORIGEN	Sistemas naturales	Generados por la acción de la naturaleza.	
	Sistemas artificiales	Sistema construido por el ser humano.	
RELACIONES	Sistemas simples	Sistemas con pocos elementos y por ende pocas relaciones.	Alba, 1995
	Sistemas complejos	Sistema con numerosos elementos y por ende una abundante relación entre ellos.	

Tabla1-1 Clasificación general de los sistemas (continuación)

CLASIFICACIÓN POR SU(S):	TIPO	DEFINICIÓN	AUTOR
	Sistemas estáticos	Sistemas que no cambian con el paso del tiempo.	Alba, 1995
CAMBIO EN EL TIEMPO	Sistemas dinámicos	Sistemas que cambian con el tiempo.	
	Sistemas discretos	Sistemas con variables discretas (números establecidos).	
VARIABLES QUE LO DEFINEN	Sistemas continuos	Sistemas con variables continuas (ej.: valores numéricos).	

Fuente: Elaboración propia con información de van Gigch, 1987; Chiavenato, 2004 y Alba, 1995

Características como la observación, el concepto de sistema y la disciplina del investigador son puntos claves que explican la variedad de clasificaciones existentes caracterizado por ser un proceso subjetivo que varía de acuerdo a los diversos tipos de investigación.

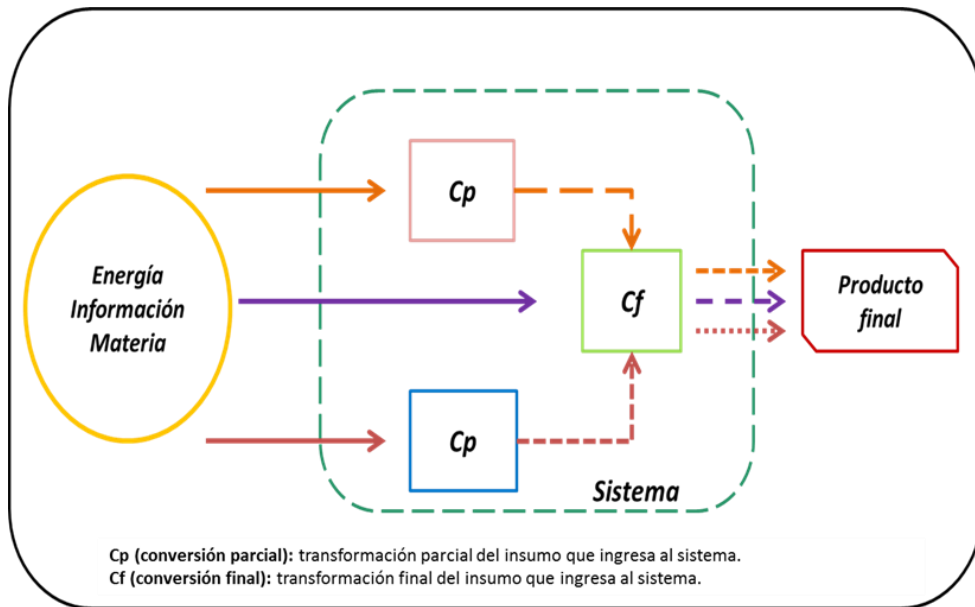
A partir del concepto y clasificación de sistema, es necesario identificar los elementos que lo constituyen. Se definen los elementos del sistema como los componentes fundamentales sin los cuales no podría funcionar y por ende colapsaría. Es primordial conocer e identificar los elementos a estudiar, ya que esto permite un análisis de su funcionamiento. Los elementos principales son:

- 1) Los componentes, insumos o subsistemas (Latorre, 1996).
- 2) La interacción entre componentes: determinan las características estructurales del sistema tanto fuera como dentro de él (Malagon & Prager, 2001).
- 3) Entradas y salidas: relacionadas con sistemas abiertos, ingreso de insumos (como lo es la energía y la información) y salida de productos luego de la transformación de dichos insumos. Estas salidas pueden ser negativas o positivas de acuerdo con el impacto que puedan causar al exterior o los sistemas cercanos (Figura 1-1) (Johansen , 1993; Malagon & Prager, 2001).

- 4) Fronteras: permiten identificar y definir físicamente lo que pertenece o no pertenece al sistema. Aunque los sistemas no tienen fronteras propiamente dichas, estas fronteras las delimita el investigador u observador (Latorre, 1996; Arnold & Osorio, 1998).
- 5) Límites: se definen como el punto máximo de capacidad del sistema, el cual no puede ser rebasado.

El atributo de límite puede considerarse como un indicador de control, a través del cual se puede evidenciar el estado del sistema y las posibilidades de equilibrio en caso de que se haya sobrepasado sus límites (Malagon & Prager, 2001).

Figura 1-1 Entradas y salidas de un sistema



Fuente: Modificado de Johansen, 1993

1.1.4. Estructura y función de los sistemas

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la estructura es la base del sistema y a su vez donde inicia el análisis del mismo. Los componentes así como la estructura cambian de acuerdo al número de componentes y al arreglo de estos en la unidad. A mayor número de componentes o elementos, mayor es la cantidad de interacciones

existentes. Al ser la estructura dependiente de las interacciones de los elementos, Odum (2006) clasifica de manera general las interacciones en tres clases: directa, cíclica y de competencia. 1) Directa: dentro de un sistema las salidas o residuos de un subsistema pasan a ser la entrada de otro, sin embargo los residuos de este último, salen del sistema sin regresar al sistema inicial; 2) Cíclica: en esta clase de interacciones, los productos de los subsistemas regresan al subsistema inicial a pesar de presentar salida de productos al medio, se aprovechan casi en su totalidad, y 3) Competencia: se presenta cuando los componentes del sistema compiten por elementos que ingresan del exterior al sistema y son vitales para el desarrollo de los mismos (energía solar por ejemplo). En este caso las especies u objetos que logren incorporar estos elementos son los que prosperarán. Los residuos producidos serán o no utilizados por otros, de acuerdo con el tipo organismos que pueda utilizarlos.

La capacidad del sistema de transformar las entradas en productos, se conoce como *función del sistema*. Esta capacidad se describe a través de los procesos que se llevan a cabo para la producción de elementos. Los procesos se caracterizan por ser productivos, viables y eficientes. Estas características dependen de qué tan efectivo sea el sistema en regular las entradas y salidas, y por supuesto de las condiciones en las que se encuentren los componentes del sistema (Malagon & Prager, 2001).

La estructura expresa la composición y la forma de organización del sistema; este a su vez depende del tipo de conexión funcional y de la interacción de los elementos; la integridad del sistema se logra gracias a su estructura y versatilidad. El complejo estructura-función, siempre está sujeto a reestructuración para conservar la función general del sistema, su intensificación y desarrollo (Malagon & Prager, 2001; Herrera, 2007). Estos conceptos de estructura y función son puntos de partida para comprender mejor la función de los ecosistemas así como la complejidad de los mismos y su interacción con el ser humano.

1.2. Teoría General de Sistemas (TGS)

Las corrientes de pensamiento y en general la visión del mundo hasta el siglo XVIII basaban el funcionamiento de los seres vivos y demás elementos de la naturaleza sobre

la teoría mecanicista. Sin embargo hacía la mitad del siglo XIX resurge el concepto de naturaleza como un sistema vivo y complejo a través de la denominada hipótesis Gaia, consolida más adelante como la base del pensamiento organicista estructurado sobre disciplinas como la ecología, la física y la psicología. Es a partir de este pensamiento organicista como se establece lo que se conoce actualmente como la Teoría General de Sistemas (TGS) o la ciencia de las “totalidades” (Soto, 2011).

1.2.1. Fundamentos de la TGS

La TGS se basa en entender la materia a partir de su organización, por lo que su estudio no debe ser segmentado. Según Johansen (1993) existen modelos, principios y leyes que se aplican a todo los sistemas, a sus subclases, indistintamente de su condición, de la naturaleza o de sus componentes y de su relación. Se presenta entonces la TGS como un nuevo paradigma basado sobre tres aspectos fundamentales de los cuales se desprenden tanto los principios de la teoría, como sus aplicaciones en otras campos del conocimiento. Estos aspectos son: *la ciencia de sistemas, la tecnología de sistemas y la filosofía de sistemas* (Alba, 1995; Latorre, 1996).

La ciencia de sistemas es aquella que direcciona la exploración científica y la teoría de sistemas a diferentes disciplinas del conocimiento. Estas corrientes giran entorno a la preocupación generada por el uso de elementos de la naturaleza, sin embargo han dejado de lado la relación de estos componentes; es así como la TGS propone entonces el estudio de las totalidades. Con base en un estudio interdisciplinar dado por la TGS, han surgido tanto conceptos como modelos, los cuales han unificado las ciencias. Por su parte la tecnología de las sistemas hace frente a los problemas que surgen en la relación tecnología-sociedad, la complejidad que existe entre lo que se denomina tecnologías de control y automatización, y la aplicación de estas tecnologías sobre la sociedad y los ecosistemas. La reformulación de la visión del mundo, el cambio del paradigma de un mundo segmentado y mecánico por aquel que reconstruya la visión del mundo, como un mundo variable y permeado por sus interrelaciones, es de lo que se ocupa la filosofía de los sistemas. De este último aspecto se generan las diferentes formas de ver la relación

del hombre con su entorno que contempla la importancia de los símbolos, de los valores y de la cultura.

1.2.2. Principios de la TGS

El objetivo de la TGS surge como respuesta a las limitaciones que tiene el enfoque reduccionista y sus principios mecánicos para entender el funcionamiento de la naturaleza. Así mismo la TGS se basa en primer lugar en los principios de totalidad y de organicidad, así como en los de equifinalidad y retroalimentación para conjugar las características, funciones y conceptos de sistema.

- **Principio de organicidad**

Relacionado con los conceptos de homeostasis y equilibrio, el principio de organicidad plantea que todo sistema abierto tiende a reorganizarse, este reajuste depende del grado de alteración que presente (Latorre, 1996; Arnold & Osorio, 1998).

- **Principio de totalidad**

Este principio plantea el estudio de la realidad a nivel de totalidad y no individualidad. El “todo” es más que la suma de sus partes, la totalidad implica complejidad y la emergencia de nuevas propiedades (Latorre, 1996; Arnold & Osorio, 1998).

- **Principio de equifinalidad**

Se define la equifinalidad cuando el estado final u objetivo de un sistema es alcanzado a partir de condiciones iniciales diferentes. Este principio es característico de los sistemas abiertos, donde a medida que establecen mecanismos de regulación reducen gradualmente la equifinalidad. Por ende el estado actual de los sistemas depende de la interacción de sus elementos y no de su estado inicial (Latorre, 1996; Ramírez, 1999).

- **Principio de retroalimentación**

Se plantea que no hay linealidad en los sistemas, sino que existe un retorno donde no se diferencia el principio del fin, un estado cíclico denominado feedback. El feedback tiene como fin obtener y procesar información de las funciones que ejecuta el sistema para ejercer si es necesario, acciones de corrección, prevención u optimización. Esto le permite al sistema ser eficiente, mantenerse regulado y en equilibrio (Latorre, 1996; Soto, 2011).

A partir de estos principios básicos, la TGS se acompaña de las diferentes disciplinas del conocimiento. De esta retroalimentación surge la aplicación de la TGS a problemas sociales, ecológicos y tecnológicos. Johansen (1993) menciona que a partir de la TGS han surgido tendencias que buscan la aplicación hacia las ciencias aplicadas. Entre estas nuevas formas de conocer encontramos: la cibernética, la teoría de la información, la teoría de los juegos, la teoría de la decisión, la matemática relacional, la ingeniería de sistemas y el análisis factorial entre otras. Al entender que los fundamentos de la TGS se centran en la complejidad de los sistemas y a su vez son herramienta para el análisis de los EsIA, es importante considerar los sistemas biológicos como su objeto de estudio, ya que son estos los que finalmente nos proveen de los bienes y servicios necesarios para sobrevivir (Gómez-Baggethun & De Groot, 2007).

1.3. De la TGS a los sistemas biológicos

Conceptos como el de organización e integración buscan contextualizar los sistemas biológicos dentro del concepto de la TGS. Se asumen los seres vivos como sistemas abiertos, dinámicos y cambiantes, y es a partir de esto que surge el estudio de las interacciones de estos con su entorno, disciplina conocida como ecología. Odum (1963) conceptualiza la ecología como el estudio de la estructura y la función de la naturaleza; Margalef (1982) la describe como el estudio de los sistemas a nivel de ecosistemas; Smith y Smith (2007) hablan de que es el estudio de la relación entre los organismos y su medio ambiente. De acuerdo a estas definiciones y otras, podemos decir que la ecología es una ciencia que se encarga de estudiar las propiedades emergentes dadas por las interacciones de los seres vivos y los elementos que hacen parte de la naturaleza (la biósfera, la litósfera, la atmósfera, la hidrósfera y la sociósfera) (Córdova, 2002; Donato, 2015).

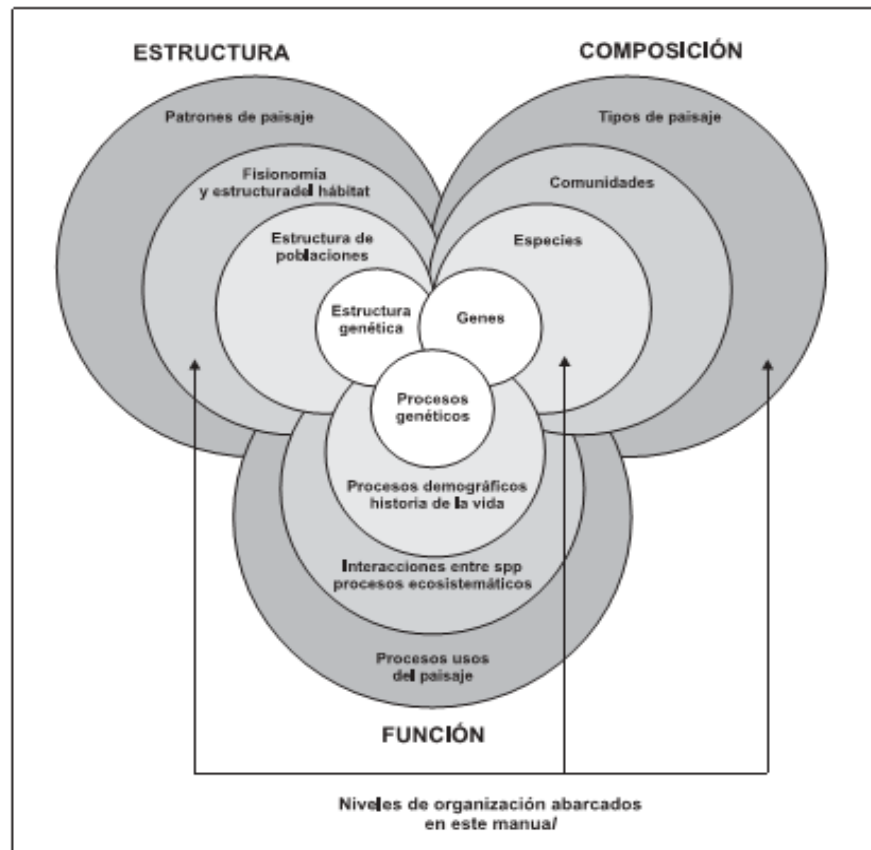
1.3.1. Los ecosistemas como sistemas dinámicos

Como todos los sistemas, los ecosistemas se organizan de acuerdo a los componentes, interacciones y demás propiedades que posean; para su estudio es necesario definir el tipo de interacción, componente o sujeto de análisis así como el nivel de resolución. Existen diferentes niveles de resolución o niveles jerárquicos dentro de los sistemas

biológicos (moléculas, organelos, células, tejidos, órganos, sistemas de órganos, individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, paisajes, biomas y biosfera) (Noss, 1990) (Figura 1-2). Sin embargo para el análisis de los impactos de POA sobre el ambiente, los componentes biológicos deben estudiarse desde un nivel de resolución o escala apropiado, que permita identificar de manera general las interacciones tanto arriba como debajo de la pirámide jerárquica. Se considera que los análisis a nivel de ecosistema son los más pertinentes y se precisa como la unidad básica de partida en el estudio de los seres vivos y sus interacciones (Cueto, 2006; Sánchez, 2011; Donato, 2015).

Se define ecosistema como un sistema natural y vivo, formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y un medio físico en donde se relacionan, llamado biotopo.

Figura 1-2 Atributos de los sistemas biológicos



Fuente: Noss, 1990

Los ecosistemas suelen formar enlaces que muestran la interdependencia de los organismos con el ambiente. La cantidad tanto de elementos, subsistemas y relaciones que existen determina su grado de complejidad. A partir de esta complejidad se destacan las siguientes características: 1) todos los ecosistemas son sistemas abiertos pues intercambian materia, energía e información. Estos intercambios son indispensables para el desarrollo de los procesos ecológicos. Las interacciones se dan a diferente escala espacial y temporal (Sutton & Harmon, 1996; Donato, 2015); 2) los ecosistemas se organizan a sí mismos y poseen varios niveles de organización que operan de manera jerárquica, que describen el ecosistema: átomos, moléculas, células, organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas y la ecosfera (Galicia & Zarco, 2002; Donato, 2015); 3) los procesos bioquímicos básicos para todos los organismos son los mismos; estos procesos están basados en el carbono. Estos procesos operan en un rango de temperaturas determinado, lo que permite una producción y descomposición de compuestos, vitales para los ciclos biogeoquímicos (Smith & Smith, 2007) y 4) tienen la capacidad de regularse, lo que permite responder a los cambios del ambiente (Sutton & Harmon, 1996; Donato, 2015).

Estas características ponen en evidencia a los ecosistemas como base de los procesos biogeoquímicos, de autorregulación y regeneración que ocurren de manera natural dentro de la ecosfera. Sin embargo la actividad humana acelerada rompe con dichos procesos al transformar la estructura, composición y función de los sistemas (Gómez-Baggethun & De Groot, 2007).

▪ **Estructura , composición y función**

Noss (1990) plantea tres preguntas claves para comprender la dinámica de los ecosistemas: ¿qué elementos lo componen?, ¿cómo están organizados estos elementos? y ¿cómo interactúan? Estas preguntas son utilizadas en el análisis de los niveles jerárquicos a través de la interacción entre estructura, composición y función del ecosistema. Estas interacciones pueden ser sintetizadas en 6 grandes tipos (Sutton & Harmon, 1996; Donato, 2015):

1. Circulación de nutrientes.
2. Cadenas y redes tróficas.
3. Producción de biomasa.

4. Diversidad de especies.
5. Diversidad ecosistémica de acuerdo a los gradientes.
6. Zonas de transición entre ecosistemas.

Los puntos anteriores a pesar de ser interacciones ecosistémicas definidas, no reflejan todos los aspectos que determinan la funcionalidad de los ecosistemas, son entonces punto de partida para reconocer que estos sistemas generan sus propias dinámicas, mantienen una constante renovación en torno a un equilibrio relativo; este tipo de dinámica es la que se conoce como *funcionalidad ecológica del ecosistema*. De acuerdo con estas funciones, el ser humano aprovecha los productos (sean procesos o materias primas) derivados de algunas de estas interacciones para su propio sustento, las cuales ha definido como *funciones ecológicas*.

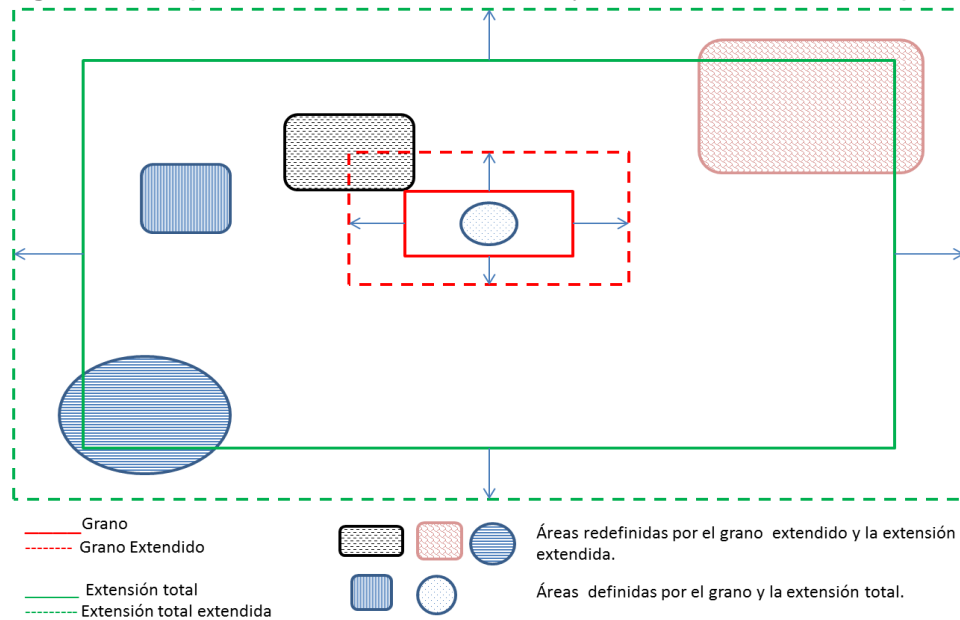
De manera general, las funciones ecológicas son el resultado de las interacciones de los componentes bióticos y abióticos (donde la energía y la materia fluyen y se transforman) capaces de generar servicios para cubrir las necesidades humanas de forma directa o indirecta. Son entonces los ciclos biogeoquímicos, la productividad biológica, la bioacumulación, la migración de organismos, la competencia ecológica, la polinización, la sucesión biológica, entre otros, algunos de los servicios que prestan los ecosistemas al ser humano (Gómez-Baggethun & De Groot, 2007; Donato, 2015). Todas las funciones ecológicas ya sean o no aprovechadas por el ser humano se desarrollan en una escala espacio-temporal determinada. La visibilidad y resolución de las funciones ecológicas establecen en gran medida los potenciales alcances de los impactos al momento de realizar POA en una zona específica, así como las medidas de prevención y mitigación de los impactos.

1.4. La escala: herramienta para la comprensión del área de influencia sobre los sistemas biológicos

El estudio de los sistemas, especialmente los sistemas biológicos, se ha desarrollado a través de un método mecanicista y lineal de la naturaleza. El método científico tradicional (hipotético- deductivo) considera el equilibrio y lo estático como común denominador dentro de los fenómenos naturales; sin embargo la escala, el tiempo y el espacio no son poco considerados en este tipo de análisis. La naturaleza estudiada desde la visión

mecanicista ha ayudado a entender las relaciones causa-efecto de algunos fenómenos ecológicos por medio de la extrapolación de datos recolectados en laboratorio y campo a pequeñas escalas. Sin embargo, los procesos naturales son heterogéneos y cambiantes en el tiempo y el espacio. Es la relación de estas dos magnitudes sobre las cuales se desarrolla el concepto de escala.

Galicia & Zarco (2002) y Cueto (2006) definen la escala como la dimensión espacial y temporal donde se desarrollan fenómenos o individuos, presentan como atributos básicos la extensión y el tamaño. Desde una representación espacial, la extensión es el área total donde se lleva a cabo cualquier tipo de investigación o estudio. El grano o tamaño, es el área de la unidad de trabajo contenido dentro de la extensión total; tanto la extensión como el grano pueden cambiar de área de acuerdo a qué tanto se desee extender el área de estudio, el cuál genera nuevos parches que no se encontraban en el área inicial. Estas áreas cambian dependiendo del objetivo del estudio (Figura 1-3). La determinación de las unidades de estudio es fundamental en el proceso de comprensión de los procesos biológicos, ya que esto determina el número de individuos y de relaciones a estudiar (Cueto, 2006). Para el trabajo con ecosistemas se manejan generalmente escalas pequeñas, estas permiten visualizar de manera precisa algunos fenómenos. Sin embargo la información está sujeta a gran variabilidad mientras que al trabajar a escalas mayores, el comportamiento estadístico tiende a ser más regular; se pierde detalle pero se vuelve más predecible (Donato, 2015).

Figura 1-3 Representación de la extensión y el tamaño sobre una superficie

Fuente: Cueto, 2006

Cuando se trabaja la escala aterrizada a sistemas biológicos, se debe considerar la función de la evolución sobre los organismos. El periodo de tiempo que mantiene una especie sobre la tierra es relativamente corto, sin embargo para que dicha especie se mantenga pasa por una serie de transformaciones evolutivas (selección genética, adaptación al entorno, entre otras) que le permiten prosperar sobre las demás. Este proceso de selección no se desarrolla a través de algunas pocas generaciones, lleva consigo el peso de varias centenas de generaciones y miles de años; por consiguiente estos procesos adaptativos y evolutivos se entienden como procesos a largo plazo. (Sánchez, 2011).

Los ecosistemas así como sus componentes requieren un tiempo considerable para llegar al punto máximo de productividad y de funcionalidad, sin embargo es importante reconocer que la alteración de estos sistemas se produce en lapsos de tiempo muy cortos, donde los efectos ecológicos pueden durar años o décadas; inclusive su daño puede ser permanente (Ibíd.).

En términos de tiempo, los estudios del comportamiento, funcionalidad y deterioro de los ecosistemas giran en torno de la escala humana, utilizándola como referente temporal;

sin embargo los procesos ecosistémicos, geológicos y en general naturales no se mueven en tiempos tan cortos como los de la vida humana. Esto lleva a no percibir de manera adecuada estos fenómenos, a simplificarlos y adecuarlos a escalas de tiempo manejables (Cueto, 2006; Sánchez, 2011). El concepto de escala es una herramienta importante en la comprensión del comportamiento de los ecosistemas, sin embargo más allá de cuál es la escala correcta para el estudio de un fenómeno en particular hay que preguntarse cuál y cómo es la variación de los ecosistemas de acuerdo con la escala que se utilice para comprender sus fenómenos (Donato, 2015). Al ser la escala un concepto relevante para el desarrollo de los sistemas biológicos, es pertinente analizar cómo se maneja e incorpora al momento de determinar áreas de influencia de POA.

1.5. Conclusiones del capítulo

Hasta el momento se ha esbozado de manera general los conceptos básicos para entender los sistemas biológicos desde la complejidad y la integralidad. A su vez se resalta la importancia de los conceptos de escala y tiempo así como la relevancia de incluirlos en los análisis ecosistémicos en el contexto de la EIA, con el fin de dejar claro que son estos los que en definitiva muestran el daño de los POA sobre los ecosistemas. Procesos como el de autoregulación, ciclos biogeoquímicos, polinización entre otros, son funciones derivadas de los principios básicos de los sistemas que indican la importancia de la estabilidad de estos procesos en la búsqueda del equilibrio de los ecosistemas.

De acuerdo a lo anterior, se establece entonces una relación directa entre los sistemas biológicos y la producción de bienes y servicios para el ser humano. Estos recursos son obtenidos mediante procesos productivos a mediana o gran escala según sea el caso. Sin embargo para acceder a ellos, los interesados deben cumplir con una serie de requisitos de tipo obligatorio, que una vez aprobados, les da luz verde para poder acceder y extraer las materias primas requeridas. Estos requisitos se reúnen en un proceso conocido a nivel mundial como EIA, que consta de diferentes fases y permite obtener una predicción del estado de la zona potencialmente afectada y de su manejo luego de la ejecución del proyecto. Uno de los componentes que determina el alcance tanto espacial como biológico se conoce como el área de influencia del POA.

2. Área de influencia en los EIA

La EIA es el proceso fundamental en la toma de decisiones sobre el manejo del ambiente, el presente capítulo tiene como objetivo presentar un marco conceptual del origen, implementación y elementos que la componen. De acuerdo a esta información se profundizará en el concepto, implementación y metodologías utilizadas para el área de influencia a nivel nacional.

2.1. EIA como herramienta para la gestión ambiental

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un proceso dirigido a la protección y conservación de la naturaleza a través del análisis de los potenciales daños de proyectos sobre el ambiente. Este proceso es recomendado por las entidades internacionales como herramienta de gestión para la regulación del uso de los recursos naturales (Espinoza, 2001). Al estar relacionada con el cumplimiento de las políticas ambientales de un Estado, se convierte en una herramienta de tipo preventivo y mitigatorio, la cual evalúa tanto los impactos negativos como positivos de proyectos, obras u actividades (POA). Es a partir de este análisis, que se permite o no su realización (Astroga *et al.*, 2007; FAO, 2012).

Conesa (1993) define en primer lugar la EIA como un proceso de tipo analítico, el cual está orientado a establecer de manera objetiva, las posibles consecuencias de los impactos generados por determinados proyectos obras u actividades. En segundo lugar lo define como un proceso de tipo jurídico-administrativo caracterizado por ser o no aprobado por el ente ambiental encargado. En síntesis, la EIA es un proceso jurídico – administrativo encaminado prevenir y mitigar los posibles impactos generados por obras,

proyectos u actividades hacia el ambiente (Conesa, 1993; Astroga *et al.*, 2007; Toro, 2009, FAO, 2012).

Los orígenes de la EIA como herramienta para la gestión del ambiente inician hacia los años 1970 en EEUU con la publicación de The National Environmental Policy Act, la ley de política ambiental nacional (conocida como NEPA por sus siglas en inglés), la cual estableció cuatro puntos importantes sobre la gestión de los recursos naturales: 1) la declaración de una política nacional ambiental que permitiera de manera amigable la producción de bienes y servicios la cual mantiene una buena relación entre el ser humano y el ambiente; 2) dar importancia a la prevención o mitigación de los daños ambientales, promueve el bienestar del ser humano; 3) promover la comprensión de los sistemas biológicos y de los recursos naturales de importancia nacional y 4) establecer una comisión encargada del monitoreo de la calidad ambiental (Davis, 1996). De acuerdo a estos parámetros, la implementación de una política ambiental se extendió hasta alcanzar un nivel global, donde cada país instauro políticas y maneras de gestionar sus recursos. Para América Latina, el proceso de gestión se enfocó más en el cumplimiento de dichas políticas con el fin de obtener financiación de entidades internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial, lo que generó un enfoque más hacia la realización de Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) que a un análisis de los proyectos en pro de la concientización en la toma de decisiones (FARN, 1999; Álvarez & Morales, 2013).

Es así como se definió el EsIA como el instrumento básico que la EIA utiliza para la identificación y valoración de los posibles impactos de proyectos sobre el ambiente (Toro, 2009). El EsIA es un instrumento básico para la toma de decisiones sobre la ejecución de proyectos, obras u actividades (POA) caracterizado por ser un documento técnico, el cual apoya todo el proceso de decisión de la EIA.

La EIA en Colombia se incorporó en 1973 con el Código de Recursos Naturales Renovables (CRNN) o decreto 2811 de 1974 (Espinoza, 2007; Rodríguez G., 2011). Por la incorporación de principios relacionados con el ambiente, la Constitución Política de

Colombia de 1991 (CP) se reconoce como la “*constitución ecológica*”¹. Posteriormente se celebra en 1992 la Cumbre mundial de Rio de Janeiro, de la cual para Colombia se origina la ley 99 del 1993, que reglamentó la creación del Ministerio del Medio Ambiente² y el Sistema de Información Ambiental SINA. El Ministerio, como uno de los pilares para la protección ambiental de país, es el encargado de formular las políticas relacionadas con lo concerniente a los recursos naturales renovables del territorio; por su parte el SINA se encarga de aplicar dichas políticas a través de sus dependencias (entidades gubernamentales, entidades no gubernamentales, institutos de investigación, autoridades ambientales (CAR y ANLA) y organizaciones comunitarias) (Rodríguez & Paéz, 2012; Mesa, 2010; Mesa *et al.*, 2013). Pese a que las autoridades ambientales a nivel nacional son las CAR y la ANLA cabe aclarar que esta última tiene cubrimiento a nivel nacional, mientras que las CAR poseen jurisprudencia a nivel regional. Como misión, la ANLA es la *encargada de que aquellos proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental vigente, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del País*³.

Para Colombia el proceso de EIA es equivalente al proceso de licenciamiento ambiental (LA) definido como: un instrumento de gestión ambiental, un derecho, una autorización, un procedimiento, establecido como una medida de control estatal para el aprovechamiento de bienes ambientales relacionados con las actividades humanas (Mesa *et al.*, 2013). De acuerdo con el decreto vigente 1076 de 2015⁴, el proceso de licenciamiento ambiental se define como la autorización que concede la autoridad competente para la realización de cualquier proyecto, obra u actividad en el caso que dicho proyecto pueda causar un deterioro grave al ambiente. Esta licencia debe cumplir con los términos de referencia estipulados para cada proyecto, así como con los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación según sea el caso. Cubre todas las fases del proyecto y debe obtenerse previa a la realización del mismo sin

¹ La Corte Constitucional de Colombia revela en la sentencia C-595 el hallazgo de 33 disposiciones constitucionales relacionadas con el tema ambiental denominados “*Relación de la sociedad con la naturaleza*”.

² A partir de 2011 se reconoce como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

³ Decreto 3573 de 2011, Art 2.

http://www.anla.gov.co/documentos/institucional/dec_3573_270911.pdf

⁴ Decreto 1076 de 2015, Art 2.2.2.3.1.3.

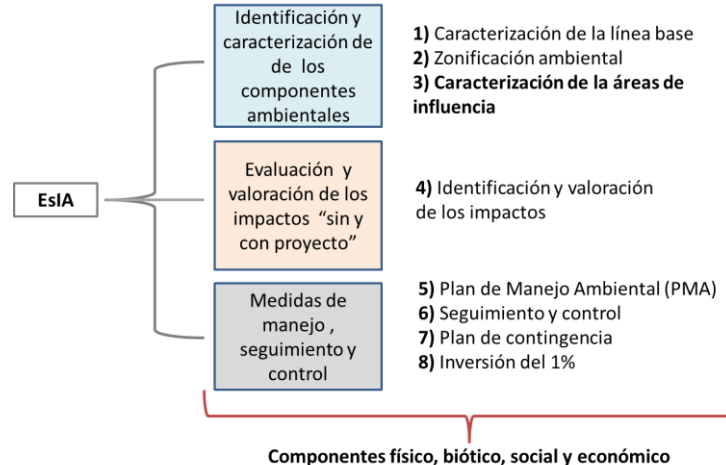
excepciones. Para que se otorgue una licencia ambiental, el proponente del proyecto debe presentar ante la autoridad competente un EsIA y un DAA,⁵ (Diagnostico Ambiental de Alternativas). Estos estudios deben seguir los parámetros estipulados por los términos de referencia en el decreto 1076 de 2015 y adecuarlos al proyecto a realizar. Adicionalmente, el proponente del proyecto debe elaborar los estudios ambientales de acuerdo a la guía ambiental base expedida por el Ministerio de Ambiente, *Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales*. La presentación se considera de obligatorio cumplimiento⁶.

Para la elaboración de los EsIA se siguen tres parámetros generales:

- i. Una descripción del ambiente.
- ii. Una predicción y análisis de los impactos ambientales.
- iii. Un plan de manejo ambiental.

A partir de estos parámetros generales, el EsIA se compone de los siguientes elementos base (Figura 2-1):

Figura 2-1 Componentes generales del EsIA



Fuente: elaboración propia

⁵ Suministra información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el proponente de acuerdo a como se realiza el proyecto, obra u actividad. Se puede considerar como uno de los pasos en la evaluación preliminar.

⁶ Decreto 1503 de 2010 por el cual se crea y adopta la metodología general para la presentación de Estudios Ambientales como metodología oficial para la presentación de EsIA y DAA en Colombia.

2.2. EsIA y el área de influencia

En el ámbito internacional las consideraciones sobre el área de influencia son definidas en la directiva de la Unión Europea 85/337/CEE⁷, donde se establece la obligación del conocimiento detallado y profundo de la ubicación de POA de acuerdo con el o las áreas sensibles que pudieran ser potencialmente afectadas. Esta descripción se definió posteriormente como scoping, descrito en la NEPA como un proceso que se realiza antes del inicio de la EIA, caracterizado por ser rápido y abierto, el cual revela información del alcance que tienen las acciones de los proyectos (Davis, 1996 ;Montes *et al.*, 2001). En países como EEUU, Canadá y los pertenecientes a la Unión Europea (UE), el scoping es un proceso relevante y estratégico en la toma de decisiones sobre la realización o no de proyectos. El scoping se ve involucrado en el proceso de EIA a través de la evaluación preliminar parte del Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA). Una de las justificaciones para la elaboración del scoping es que cada proyecto, obra u actividad, posee un entorno diferente; requiere un enfoque específico de acuerdo a sus particularidades y así mismo, a lo que puede o no afectarle. Por ende, el scoping establece los límites de la evaluación ambiental, los elementos que pueden verse afectados y la manera de tratarlos en el estudio, lo que permite que la realización del EsIA no sea desproporcionada (Espinoza, 2001; Gómez & Gómez, 2013).

Para Colombia el scoping no se aplica en su totalidad, no obstante está relacionado con la definición del alcance del proyecto, definido en la legislación⁸ como las áreas de influencia potenciales del proyecto. Para la determinación del área de influencia, los estudios de la línea base dan como primer acercamiento las condiciones del área donde se va a realizar el proyecto. Esta línea base conforma uno de los ejes vitales de la evaluación preliminar. De acuerdo a los resultados que se estimen del área potencialmente afectada, se considera o no profundizar en los efectos que impacten significativamente el área de estudio así como su identificación, análisis y valorización (Espinoza; 2001). Estos criterios se examinan través de metodologías generales de

⁷ Derogada y modificada por la Directiva 2011/92/UE la cual fue derogada y modificada por la vigente directiva 2014/52/UE.

⁸ Decreto 1076 de 2015.

acuerdo con las variables ambientales afectadas en el área de estudio, trabajadas siempre sobre el principio de precaución o cautela para la toma de decisiones sobre las áreas potencialmente intervenidas.

La delimitación del área de influencia está sujeta también a los estándares nacionales e internacionales, los cuales definen los ecosistemas sensibles y las zonas con altos niveles de endemismo, como áreas de interés biológico y por ende zonas protegidas o en proceso de protección (FAO, 2012).

2.2.1. El área de influencia en las metodologías para los EsIA – contexto general

Para la realización de los EsIA existen numerosos modelos y procedimientos para la predicción de los impactos y sus efectos sobre el ambiente. Las metodologías utilizadas en algunos de los casos se crearon para proyectos o situaciones particulares. Se caracterizan por ser metodologías de carácter cualitativo o cuantitativo proveen al proponente la posibilidad de utilizar la metodología que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto. Pese a que en principio se elaboraron para proyectos específicos, actualmente son válidas y se han aplicado en diferentes situaciones. Es así como la identificación del área de influencia también se ve permeada por la metodología utilizada la cuál cambia de acuerdo a la que se emplee, por ejemplo:

- **Lista de chequeo:** se considera como una indagación previa. Es una lista ordenada de los factores ambientales potencialmente impactados por el proyecto, obra u actividades.
- **Diagramas de flujo:** se caracterizan por ser métodos de indagación, que complementan las matrices de impactos. Al evaluar los impactos de manera lineal no es eficiente en la medida que los impactos y los efectos aumentan
- **Diagrama de redes:** los componentes ambientales están interrelacionados, lo que permite predecir impactos a largo plazo. Considera impactos indirectos.

- **Cartografía ambiental y SIG:** utiliza la proyección espacial como método para el análisis ambiental. Para este análisis se trabajan mapas a escalas iguales que permiten ver los impactos de manera objetiva.
- **Matrices causa-efecto:** relaciona las acciones de determinado proyecto, obra u actividad con indicadores ambientales dentro de un matriz de entradas y salidas.
- **Matriz de Leopold:** relaciona la magnitud y la importancia de los impactos. Tiene como salidas los atributos magnitud (grado de extensión, intensidad o dimensión del impacto), calificada de 1 a 10, e importancia (significancia de la acción sobre el factor ambiental), calificada también de 1 a 10. Estos dos atributos van acompañados de signo + o – de acuerdo a si la interacción es positiva o negativa (Espinoza, 2001; 2007; Arboleda, 2008; Coria, 2008), (Tabla 2-1).

Tabla 2-1. Ejemplo matriz de Leopold

		Acciones		Fase 1	
				Remoción de cobertura vegetal	
Factores				Magnitud Importancia	
Fauna	Desplazamiento				

Fuente: elaboración propia

- **Matriz Battelle – Columbus:** A pesar de que el área de influencia no se establece como tal, el uso de indicadores pone en consideración aspectos relevantes que pueden determinar la potencialidad de un área a ser afectada. La importancia que se le da a cada uno de estos aspectos está directamente relacionada con el índice de calidad ambiental estimado para cada uno de los parámetros que el método propone. La estimación de la calidad ambiental con y sin proyecto determina una primera aproximación al área de influencia potencial.
- **Matriz de Conesa:** toma como referencia la matriz de Leopold y la matriz de Battelle – Columbus. Esta matriz se conoce como matriz de importancia y se realiza posterior a la identificación de impactos. Se caracteriza por presentar para

cada uno de los impactos un valor de importancia calculado a través de los siguientes atributos (Tabla 2-2):

Tabla 2-2 Atributos método de Conesa

Atributo	Significado
Signo (+, -)	Impacto positivo o negativo.
Intensidad (I)	Incidencia del impacto.
Extensión (EX)	Área de influencia teórica del impacto.
Momento (MO)	Tiempo entre el origen de la acción y el impacto.
Persistencia (PE)	Tiempo teórico de permanencia del impacto.
Reversibilidad (RV)	Posibilidad de retroceso al estado natural en el tiempo.
Recuperabilidad (RB)	Restauración ya sea completa o intermedia del factor impactado.
Sinergia (SI)	Capacidad de que un impacto genere efecto dominó el cuál ocasiona impactos secundarios.
Acumulación (AC)	Incremento en los impactos recurrentes.
Efecto (EF)	Forma de la incidencia del impacto directo o indirecto.
Periodicidad (PR)	Recurrencia de un impacto.

Fuente: Conesa, 1993

Estos atributos se valoran la Ecuación (2.1), la cual permite establecer un valor de importancia (Imp) para cada uno de los posibles impactos:

$$Imp = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) \quad (2.1)$$

Fuente: Conesa, 1993

- **Matrices adaptadas:** las matrices adaptadas son aquellas que toman elementos de las metodologías antes descritas y crean sus propios criterios de evaluación. Se permite modificarla cuantas veces se quiera.

En la Tabla 2-3 se muestran las metodologías más utilizadas en la determinación de impactos ambientales y cómo incorporan la identificación del área de influencia.

Tabla 2-3 Área de influencia en las metodologías utilizadas en los EsIA

METODOLOGÍAS	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
1) Lista de chequeo	Las áreas potencialmente afectadas no se evidencian en una lista de chequeo (Conesa, 1993; Espinoza, 2001, 2007).
2) Diagramas de flujo	Se emplean como métodos de indagación, que complementan las matrices de impactos. Al evaluar los impactos de manera lineal no es eficiente en la medida que los impactos y los efectos aumentan. El área de influencia no se puede evidenciar (Conesa, 1993; Espinoza, 2001, 2007).
3) Diagrama de redes	Los componentes ambientales están interrelacionados, lo que permite predecir impactos a largo plazo. Considera impactos indirectos. El área de influencia se puede establecer con la identificación de los impactos a largo plazo o de carácter acumulativo y la incidencia que tiene sobre otros componentes del ambiente (Espinoza, 2001).
5) Cartografía ambiental y SIG	Utiliza la proyección espacial como método para el análisis ambiental. Para este análisis se trabajan mapas a escalas iguales los cuales permiten ver los impactos de manera objetiva. Se evidencia de manera más clara los impactos acumulados. Delimitan un área de influencia más completa (Espinoza, 2001; Arboleda, 2008).
6) Matrices de causa-efecto	Relaciona las acciones de determinado proyecto, obra u actividad con indicadores ambientales dentro de un matriz de entradas y salidas. Este tipo de relaciones implica conocer de manera más cercana el área potencial de influencia (Espinoza, 2001; Coria, 2008; Arboleda, 2008).
6.1) Matriz de interacción de Leopold	Relaciona la magnitud y la importancia de los impactos. (Espinoza, 2001; Coria, 2008).
6.2) Método de Battelle – Columbus	Pese a que el área de influencia no se establece como tal, el uso de indicadores pone en consideración aspectos relevantes que pueden determinar la potencialidad de un área a ser afectada. La importancia que se le da a cada uno de estos aspectos está directamente relacionada con el índice de calidad ambiental estimado para cada uno de los parámetros que el método propone. La estimación de la calidad ambiental con y sin proyecto determina una primera aproximación al área de influencia potencial.

Tabla 2-3 Áreas de influencia en las metodologías utilizadas en los EsIA (continuación)

METODOLOGÍAS	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
<p>6.3) Método de Conesa</p>	<p>Va más allá de delimitar simplemente un área geográfica. Incluye, como en el método de Leopold, el criterio de extensión. Éste criterio está dividido en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Puntual (1) ▪ Total (8) ▪ Parcial (2) ▪ Extenso (4). <p>Cada uno de estos criterios lleva una puntuación de acuerdo al tamaño del impacto. Para el caso de un área puntual dónde se comprometa de manera directa espacios vitales como nacimientos de agua, ecosistemas estratégicos entre otros, el puntaje dado es de 8 en vez de 1 (Conesa, 1993).</p>
<p>6.4) Matrices adaptadas</p>	<p>La delimitación del área de influencia queda a criterio de los evaluadores (Arboleda, 2008).</p>

Fuente: elaboración propia con información de Espinoza, 2001,2007; Conesa, 1993; Arboleda, 2008 y Coria, 2008

De acuerdo con la Tabla 2-3, se evidencia que aunque se toma en cuenta el área de influencia como un parámetro de evaluación, su determinación en la mayoría de las metodologías es de tipo cualitativo y descriptivo y en algunos casos no se considera.

Matrices como la de Leopold y la de Conesa presentan un panorama más analítico frente a la evaluación de los impactos ambientales en comparación con otras metodologías. Para el área de influencia, tanto la matriz de Conesa como la de Leopold utilizan el atributo de extensión y lo definen como el área potencialmente afectada por las actividades del proyecto, sin embargo este atributo no es posible analizarlo de manera aislada. Atributos como la extensión y la acumulación determinan qué tan compleja puede llegar a ser el área de influencia a estudiar.

Las metodologías anteriores son las más utilizadas a nivel mundial y son la base de los estudios ambientales en países que implementaron la EIA. Para el caso Colombiano las matrices de Conesa, RAM, EPM y Leopold son las más utilizadas junto con algunas

modificaciones que se les realizan de acuerdo al criterio del o de los profesionales que las aplican (Toro *et al.*, 2013)

2.2.2. Área de influencia en el contexto del LA en Colombia

De acuerdo con el decreto 1076 de 2015, se define área de influencia como el área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un POA sobre los medios biótico, abiótico y socioeconómico. Resalta también que debido a que las áreas de los impactos varían de acuerdo al componente, el área de influencia podrá corresponder a diferentes polígonos, los cuales pueden cruzarse entre sí. Los proponentes deben presentar dos tipos de estudios ambientales ante las autoridades competentes, el EsIA⁹ y el DAA. Cada uno de ellos se caracteriza por tener ciertos aspectos o puntos importantes de inclusión obligatoria (Tabla 2-4).

Tabla 2-4 Requerimientos generales para los EsIA y los DAA

EsIA	DAA
1. Información del proyecto, relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto.	1. Objetivo, alcance y descripción del proyecto, obra o actividad.
2. Caracterización del área de influencia del proyecto, para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.	2. La descripción general de las alternativas de localización del proyecto, se identifica y se caracteriza, el o las áreas de interés en todos sus aspectos (biótico, abiótico, social y económico) para cada una de las alternativas posibles.
3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto (vertimientos, captación de agua superficial o subterránea, aprovechamiento de	3. Presentar información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo del área en cuestión. Esto de acuerdo con el POT vigente (Plan de Ordenamiento Territorial).

⁹ Se debe tener en cuenta que las siglas EIA y EsIA son conceptos diferentes, sin embargo en el decreto vigente 1076 de 2015, Art 2.2.2.3.5.1. EIA se define como Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

EslA	DAA
recursos forestales, etc.).	
4. Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos.	4. La identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos y efectos sobre el ambiente de acuerdo con el uso y aprovechamiento de los recursos del lugar para cada una de las alternativas presentadas.
5. Zonificación de manejo ambiental (identificación de áreas de exclusión, áreas con restricciones según la normativa).	5. Identificación de las comunidades del territorio así como los mecanismos a utilizar para informar sobre el proyecto, obra u actividad.
<p>6. Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto.</p> <p>7. Plan de manejo ambiental del proyecto de acuerdo a las posibles áreas afectadas.</p> <p>8. Programa de seguimiento y monitoreo, para los componentes descritos.</p> <p>9. Plan de contingencias para todas las fases del proyecto.</p> <p>10. Plan de desmantelamiento y abandono.</p> <p>11. Plan de inversión del 1%, en el cual se incluyen los elementos y costos el cual pretende estimar la inversión y propuesta de proyectos de inversión, con el fin de dar una fracción del ingreso del proyecto para la recuperación de recursos utilizados de acuerdo a lo estipulado en el decreto 1900 de 2006</p> <p>12. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad.</p>	<p>6. Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.</p> <p>7. Selección y justificación de la alternativa más viable.</p>

Fuente: Decreto 1076 de 2015

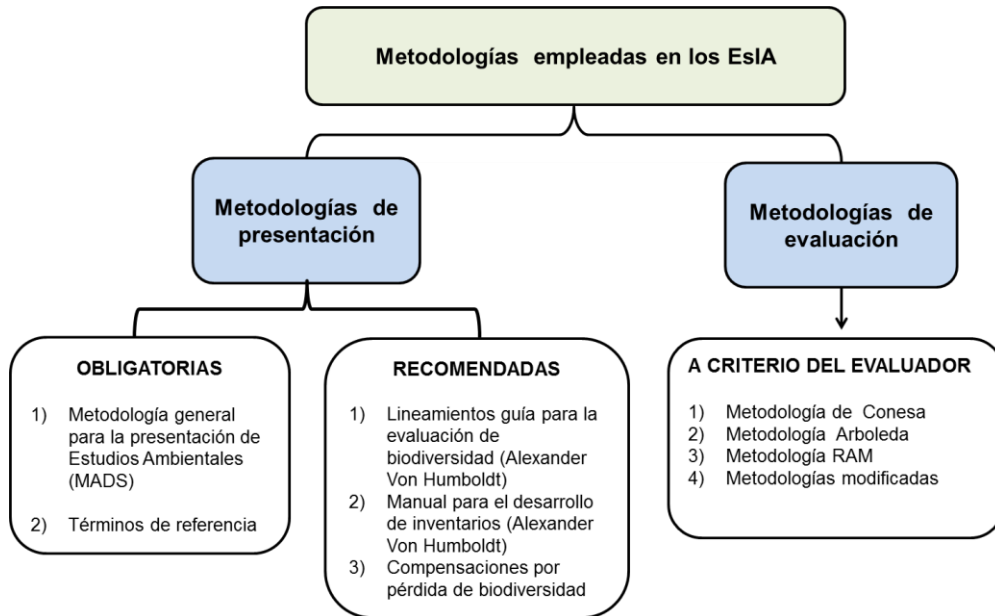
Para el caso de DAA sólo se menciona de manera explícita la caracterización de área de influencia como una de las bases para presentar una alternativa viable. No está directamente relacionada con ningún paso siguiente a diferencia del EslA.

En el caso de los EsIA, el área de influencia está íntimamente relacionada con las áreas de exclusión estipuladas en la ley como áreas que deben ser el primer criterio de exclusión de actividades ligadas al proyecto, es necesaria la precisión de las áreas inmediatas al proyecto. Por otro lado, la elaboración del plan de manejo ambiental para cada proyecto debe tener como base las áreas que se indicaron como de influencia potencial del proyecto. De acuerdo con la Tabla 2-4 sólo corresponde a los requerimientos generales que deben incorporar tanto el EsIA y el DAA, el siguiente paso a considerar es qué tipo de metodologías se están empleando de acuerdo a lo estipulado en la guía metodológica dada por el Ministerio del Ambiente para la presentación de estudios ambientales.

- **Metodologías en los EsIA para la caracterización e identificación del área de influencia sobre el componente biótico**

Para la presentación de los EsIA, es necesario acudir a un referente metodológico que oriente el estudio, a través de la identificación, caracterización y evaluación de los impactos del proyecto. Para Colombia se pueden clasificar las metodologías en dos grupos: metodologías de presentación y metodologías de evaluación (Figura 2-2). Las metodologías de presentación dan al proponente pautas de cómo se deben presentar los datos así como la forma del documento. Estas se pueden clasificar en metodologías de presentación obligatoria y metodologías de presentación recomendada.

Las metodologías de evaluación son aquellas que a través un análisis cualitativo y cuantitativo de los impactos, muestran la incidencia del proyecto sobre los factores ambientales de la zona. Estas metodologías se utilizan indistintamente de acuerdo al criterio del grupo experto que realice el estudio.

Figura 2-2 Metodologías EsIA para Colombia sobre el componente biótico

Fuente: elaboración propia

▪ Metodologías de presentación

Para Colombia el decreto 1076 de 2015 pone a disposición como metodología oficial, de obligatorio cumplimiento, la guía base para la presentación de los estudios ambientales¹⁰, así como los términos de referencia de acuerdo con la ANLA. Pese a que existen estos dos mecanismos metodológicos para la elaboración de los EsIA, se recomienda en algunos casos acudir a otros documentos de carácter metodológico. Estos son los recomendados:

- 1) *“Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental, elementos para evaluadores”* (Rincón *et al.*, 2009), del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)

¹⁰ Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales.

en asociación con el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia (IDEA).

- 2) *“Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)* y del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Adréis *INVEMAR*.
- 3) La *Propuesta metodológica para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad* del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MADTV.

En la Tabla 2-5 se presentan las consideraciones metodológicas para cada una de los referentes antes mencionados.

Tabla 2-5 Metodologías de presentación obligatoria

REFERENTES METODOLÓGICOS	COMPONENTE BIÓTICO
<p>Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales (MADS) (MADT, 2010).</p>	<p>Flora</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Generación de mapas de ecosistemas naturales y de vegetación secundaria, a una escala mínima de 1:25.000. Estos mapas deben presentar el tamaño de las áreas potencialmente afectas y su contexto paisajístico refiriéndose este último a la conectividad con otros fragmentos. Esta información se complementa con la especialización y valoración por medio del mapeo de fórmulas equivalentes para ArcGIS. ▪ Identificación de la rareza y representatividad por medio del Sistema de Áreas protegidas. <p>Fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión de información secundaria sobre las especies reportadas para el área potencialmente afectada. ▪ Muestreos en campo para identificación de especies. ▪ Elaboración de matrices de acuerdo con datos basados en listados de especies. ▪ Calificación de cada una de ellas según parámetros biológico-ecológicos (distribución altitudinal, tamaño, dieta, hábitat, refugio y hábito) y parámetros que valoran el interés público (rareza,

Tabla 2-5 TR para el área de influencia en ecosistemas terrestres (continuación)

REFERENTES METODOLÓGICOS	COMPONENTE BIÓTICO
Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales (MADS) (MADT, 2010).	vulnerabilidad, migración y extinción). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Las metodologías deben ser las utilizadas por los documentos recomendados.¹¹
Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental. Elementos para evaluadores. (Instituto Alexander von Humboldt e IDEA) (Rincón <i>et al.</i> , 2009).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descripción de los ecosistemas dentro del rango de influencia de los cambios biofísicos que se presenten. ▪ Evaluar la estructura espacial y temporal. ▪ Identificar los indicadores taxonómicos representativos (diversidad y procesos biológicos) ▪ Identificar áreas estratégicas como manglares, humedales, pantanos. ▪ Identificación de especies vedadas, en peligro de extinción, endémica, amenazada, de valor comercial, cultural o científico.
Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. (Instituto Alexander von Humboldt) (Villareal <i>et al.</i> , 2004)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muestreo e inventario de los diferentes tipos de especies vegetales del lugar. ▪ Muestreo e inventario de los diferentes tipos de especies animales presentes en el lugar. ▪ Análisis de representatividad, riqueza, composición y abundancia de especies presentes. ▪ Identificación de ensamblajes ecológicos amenazados.

Fuente: elaboración propia

Términos de referencia (TR)

Uno de los componentes fundamentales en la determinación de qué y cómo se deben presentar los EsIA son los términos de referencia. De acuerdo con la ANLA, los términos de referencia son los lineamientos generales que la autoridad ambiental dispone para la elaboración y ejecución de los EsIA y DAA, los cuales se presentan ante la autoridad

¹¹ Las metodologías recomendadas son: Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental. Elementos para evaluadores. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad". (Instituto Alexander von Humboldt e INVEMAR. Consulta de las siguientes páginas web: <http://www.siac.net.co/Home.php> o del Sistema de Información Ambiental Marino SIAM del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Adréis <http://siam.invemar.org.co/siam/index.htm>

ambiental competente al momento de solicitar la licencia ambiental (ANLA, 2016; Decreto 1076 de 2015).

Los términos de referencia pueden modificarse de acuerdo con las características propias del proyecto. Es por esto que los proyectos, obras u actividades correspondientes a cada uno de los sectores productivos (de acuerdo con la ANLA) poseen sus propios términos de referencia. Al considerar los términos de referencia como la línea base de los EsIA, éstos presentan algunas precisiones conceptuales importantes. En apartados anteriores se introdujo el concepto y características del área de influencia sin embargo los términos de referencia emplean su propio concepto y características. Por lo tanto es importante dar claridad de cómo se conceptualizan estos términos.

Área de influencia: el EsIA debe delimitar y definir las áreas de influencia del proyecto con base en una identificación de los impactos que puedan generarse durante la construcción y operación del proyecto. Para los medios abióticos y bióticos, se tendrán en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas.

Área de influencia directa (AID): el área de influencia directa del proyecto es aquella donde se presentan los impactos generados en las fases de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura. De acuerdo al impacto generado el área puede o no cambiar y de acuerdo a esto se deben delimitar las áreas de influencia sobre todos los componentes. La caracterización del AID debe ofrecer una visión detallada de los componentes referidos en la información primaria¹².

Área de influencia indirecta (AII): área donde los impactos se propagan hacia la zona externa al área de influencia directa y se extiende tanto como el efecto del impacto lo permita. Pese a que los términos de referencia definen y solicitan la caracterización de las AII de los POA, el decreto 1076 de 2015 contempla el área

¹² La información primaria es aquella que proviene directamente de estudios, investigaciones, experimentos y revisiones por parte de un grupo especializado en un tema específico según la disciplina.

de influencia como: *área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios.*

Este concepto no distingue área de influencia indirecta y área de influencia directa, el cuál contradice los términos de referencia, como consecuencia puede dar cabida al uso de cualquiera de las tres definiciones.

Las metodologías utilizadas para la identificación y caracterización del área de influencia sobre el componente biótico, no cambian de manera sustancial entre sectores productivos. A continuación la Tabla 2-6 muestra de manera sintética los diferentes parámetros metodológicos que sugieren el Ministerio de Ambiente y la ANLA sobre las áreas de influencia para el componente biótico.

Tabla 2-6 Términos de Referencia (TR) para el área de influencia en ecosistemas terrestres

TIPO DE ECOSISTEMA	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA: SECTOR ENERGÍA, INFRAESTRUCTURA, MINERÍA E HIDROCARBUROS	
ECOSISTEMA TERRESTRE	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
<p style="text-align: center;">FLORA</p>	<p style="text-align: center;">Generalidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Localizar las diferentes unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo. ▪ Caracterizar y cuantificar las diferentes unidades florísticas; realizar un análisis estructural desde los puntos de vista horizontal y vertical y diagnóstico de la regeneración natural. ▪ Identificación de las especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico, o de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros. ▪ Identificar los principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor importancia. 	<p style="text-align: center;">Generalidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar, sectorizar y describir las zonas de vida o formaciones vegetales y los diferentes tipos de cobertura vegetal existente. ▪ Determinar las características de composición y estructura de los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitada. ▪ Identificar, delimitar y describir ecosistemas sensibles y áreas naturales protegidas. ▪ Presentar un plano de cobertura vegetal, de zonas de vida, ecosistemas sensibles y áreas protegidas a escala de trabajo 1: 25.000 y de presentación 1: 50.000 o mayor, con base en la revisión de información

TIPO DE ECOSISTEMA	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA: SECTOR ENERGÍA, INFRAESTRUCTURA, MINERÍA E HIDROCARBUROS	
ECOSISTEMA TERRESTRE	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
<p style="text-align: center;">FLORA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimar la biomasa vegetal que será afectada por el proyecto. <p>Para proyectos de líneas de transmisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar los efectos de la fragmentación, dinámica sucesional y de regeneración natural. ▪ Evaluar la capacidad de amortiguación o asimilación. ▪ Indicar las tendencias de poblamiento o dispersión de las especies de importancia biológica. <p>Para los sectores que requieran remoción de cobertura vegetal leñosa:</p> <p>Determinar el perfil de vegetación de coberturas boscosas. Realizar un inventario forestal¹³, con un error de muestreo no superior al 15% y un nivel de probabilidad del 95%, incluye la cuantificación de los individuos en sus estados fustal¹⁴ (DAP > 10cm), latizal¹⁵ (DAP entre 2.5 y 10cm) y brinzal¹⁶ (< 2.5cm). Esta información es presentada por especie, con datos como número de individuos y volumen total y comercial.</p> <p>Presentar las técnicas de remoción y el destino final del producto del aprovechamiento.</p>	<p>secundaria y primaria (en caso de requerirse).</p> <p>Para proyectos de transvase de cuencas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Caracterizar las unidades de cobertura vegetal y cartografiar la información a escala de 1:25.000. <p>Para proyectos de construcción y operación de centrales eléctricas y explotación de materiales de construcción:</p> <p>Caracterizar las unidades de cobertura vegetal y cartografiar la información a escala de 1:10.000.</p> <p>Para proyectos de explotación de hidrocarburos:</p> <p>Las coberturas vegetales por cada ecosistema, se identificarán con base en la leyenda utilizada en el Mapa de Cobertura de la Tierra de la Metodología <i>Corine Land Cover</i> adaptada para Colombia.</p> <p>Para proyectos asociados con refinерías</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Con base en información secundaria, determinar la fauna asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo. <p>Para proyectos de explotación de materiales de construcción</p> <p>Con base en información</p>

¹³ De conformidad con el Artículo 18 del Capítulo Cuarto del Decreto 1791 del 4 de octubre de 1996.

¹⁴ Fustal se refiere a aquellos árboles con más de 20 cm de diámetro.

¹⁵ Latizal se dice de la edad o del conjunto de árboles jóvenes y rectos, de unos 10 a 20 cm de diámetro (a veces se admite hasta 30 cm).

¹⁶ Brinzal: cualquier árbol silvestre de muy poca edad y de un tamaño inferior A 2.5 cm de diámetro.

TIPO DE ECOSISTEMA	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA: SECTOR ENERGÍA, INFRAESTRUCTURA, MINERÍA E HIDROCARBUROS	
ECOSISTEMA TERRESTRE	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
<p style="text-align: center;">FLORA</p>	<p>El análisis se complementará con la presentación del plano, en escala 1: 25.000, que contenga la estratificación para efectos de inventario y la localización de parcelas (caracterización de flora y remoción de cobertura) debidamente georeferenciadas.</p> <p>Para proyectos de explotación de hidrocarburos:</p> <p>Las coberturas vegetales por cada ecosistema se identificarán con base en la leyenda utilizada en el Mapa de Cobertura de la Tierra de la Metodología <i>Corine Land Cover</i>¹⁷ adaptada para Colombia</p>	<p>secundaria, determinar la fauna terrestre asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal y usos del suelo, e identificar los ecosistemas acuáticos, su dinámica e importancia en el contexto regional.</p>
<p style="text-align: center;">FAUNA</p>	<p>Determinar, con base en información primaria, las principales cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación y rutas migratorias de las especies más representativas de acuerdo con EER¹⁸.</p> <p>Reportar las nuevas especies que se descubran en el desarrollo de los estudios</p> <p>Determinar en cada una de las unidades vegetales definidas, la dinámica de la fauna silvestre</p>	

¹⁷ <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-nacionales>

¹⁸ Para el sector hidrocarburos. Evaluación Ecológica Rápida (EER): un instrumento que consiste en una caracterización rápida de los tipos de flora y fauna asociados a un área natural. <http://www.pnuma.org/aguamiac/SUBREGIONAL%20MESO/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIAREGIONAL/Modulo%201%20MIAAC%20en%20el%20contexto%20de%20gestion%20para%20DS/Resaturacion/Doc%202.%20guia%20de%20EER%20en%20areas%20marino%20coasteras.pdf>

TIPO DE ECOSISTEMA	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA: SECTOR ENERGÍA, INFRAESTRUCTURA, MINERÍA E HIDROCARBUROS	
ECOSISTEMA TERRESTRE	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
FAUNA	<p>asociada, las interacciones existentes (refugio, alimento, hábitat, corredores de migración, sitios de concentración estacional y distribución espacial).</p> <p>Establecer los estados poblacionales de las especies endémicas, en peligro de extinción o vulnerable, así como de las especies asociadas estrictamente a determinadas especies vegetales y especies de valor comercial o cológico; se deberá determinar densidad de la especie y diversidad relativa, estado poblacional, migración y corredores de movimiento y áreas de importancia para cría, reproducción y alimentación.</p> <p>La información debe involucrar como mínimo los siguientes grupos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos así como la toponimia de la región.</p>	

Fuente: elaboración propia con información de <http://www.anla.gov.co/terminos-referencia>

De acuerdo con los términos de referencia para ecosistemas terrestres, se puede evidenciar que para las áreas de influencia indirecta sobre el componente fauna, no están estipulados parámetros generales ni específicos, lo que puede distorsionar realmente el alcance de los impactos. Si bien existen parámetros para el área de influencia directa, establecer directrices para el área de influencia indirecta, específicamente para fauna, brindaría información sobre qué tan acumulativos pueden llegar a ser los impactos generados y así obtener un área de influencia más objetiva. En la Tabla 2-7, se presentan los TR para ecosistemas acuáticos, los cuales contemplan las áreas de influencia directa e indirecta.

Tabla 2-7 TR para el área de influencia en ecosistemas acuáticos

TIPO DE ECOSISTEMA	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA: SECTOR ENERGÍA, INFRAESTRUCTURA, MINERÍA E HIDROCARBUROS	
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
BIOTA ACUÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caracterizar los ecosistemas acuáticos (composición y estructura), con base en el levantamiento de información primaria mediante muestreos de perifiton, plancton, macrófitas, bentos y fauna íctica; analizar sus hábitats, la distribución espacial y temporal (dentro de un período hidrológico completo) y las interrelaciones con otros ecosistemas y subsistemas (antrópicos y bióticos). ▪ Desarrollar las siguientes actividades: identificar las especies ícticas presentes en los sistemas lóticos y lénticos, que se afectarán y determinar su importancia en términos ecológicos y económicos. ▪ Identificar y describir las rutas migratorias de especies ícticas en los cuerpos de agua a afectar. ▪ Identificar y describir las rutas migratorias de especies ícticas en los cuerpos de agua a afectar. ▪ Identificar las zonas de pesca y determinar las especies ícticas comerciales, cuantificación de su productividad. Determinar la existencia de áreas de reproducción y hábitats de interés ecológico de peces migratorios y especies que requieran manejo. ▪ Determinar la presencia de especies endémicas, de valor científico, especies en veda, especies amenazadas o en vía de extinción, de los cuerpos de agua que serán afectados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar los principales ecosistemas acuáticos y determinar su dinámica e importancia en el contexto regional así como la ubicación de unidades de conservación en todas sus categorías y niveles, ecosistemas sensibles o de manejo especial.

Fuente: elaboración propia con información <http://www.anla.gov.co/terminos-referencia>

Para los ecosistemas acuáticos no se presentan de manera específica las acciones para cada uno de los sectores como se presenta en ecosistemas terrestres. Se debe tener en cuenta que al igual que los ecosistemas terrestres, los sistemas acuáticos también

presentan variabilidad de acuerdo a parámetros geográficos, biológicos y geológicos. Los cambios que se presenten pueden repercutir no solo en este tipo de ecosistemas sino en los ecosistemas terrestres que los circundan. No se contemplan términos para POA que puedan desarrollarse en el lecho marino o aguas adentro. Estas condiciones se deben contemplar por lo complejo de la dinámica que allí se presenta.

▪ Metodologías de evaluación

Las metodologías más utilizadas en Colombia para la valoración de impactos corresponden a la metodología de Conesa y las modificaciones (Tabla 2-8) dela misma (Toro *et al.*, 2013). En la Figura 2-3 se muestra la distribución de metodologías encontradas en la muestra de EsIA evaluados en ese estudio.

Tabla 2-8 Modificaciones a la ecuación de Conesa

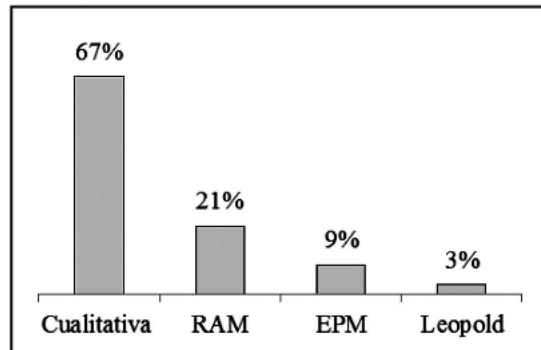
FÓRMULA DE LA IMPORTANCIA DE CONESA	
ORIGINAL	ALGUNAS MODIFICACIONES
$Imp = +/- (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+RB)$	$I = +/- (EX+MO+PE+RV+EF)$
	$I = +/- (3I+2EX+PE+RV+AC+RB)$
	$I = +/- (I+RV+EF+PO)$
	$I = +/- (3I+2EX+PE+RV+AC+EF+PR+RC+PO)$
	$I = +/- (3I+2EX+PE+RV+EF+PO+MT)$
	$I = +/- (3I+2EX+MO+PE+RV+C)$
Intensidad del impacto (I); Extensión (EX); momento (MO); persistencia (PE); reversibilidad (RV); recuperabilidad (RB); sinergia (SI); acumulación (AC); efecto (EF); periodicidad (PR). Mitigabilidad (MT) y la Compensabilidad (C) son atributos agregados por el proponente de esa metodología.	

Fuente: elaboración propia tomado de Toro *et al.*, 2013

Este tipo de modificaciones no son sancionadas por la normatividad colombiana ante la ausencia de metodologías oficiales. Estas modificaciones se realizan de acuerdo al criterio del equipo evaluador. Como se presentó en el numeral 2.1.1, Tabla 2-1, atributos como los de extensión, magnitud y acumulación son criterios para determinar el área de

influencia. No obstante se excluyen en algunas de las ecuaciones modificadas, aumentando el alto grado de subjetividad al momento de evaluar las áreas afectadas por los impactos.

Figura 2-3 Comparación porcentual de las metodologías de EsIA en Colombia



Fuente: Toro *et al.*, 2013

- **Metodologías EPM**

Se conoce también como metodología Arboleda. Fue creada por la Unidad de Planeación de la EPM (Empresas Públicas de Medellín) en 1986 con el fin de evaluar proyectos de tipo hidráulico. Aunque inició con un tipo de sector específico, fue implementada con el paso del tiempo en todo tipo de proyectos y por diferentes evaluadores. Se caracteriza por utilizar conceptos de la metodología Conesa y Leopold, para la calificación de los impactos establece la importancia del impacto como calificación ambiental (Ca). La ecuación para la determinación de la “Ca” incluye los siguientes atributos (C=clase; P=Presencia; E=Evolución; M=Magnitud; D=Duración) y los desarrolla a través de la siguiente fórmula (ver Ecuación (2.2)):

$$Ca = C (P [7.0 * (EM) + 3.0 * D]) \quad (2.2)$$

Fuente: Arboleda 2008

Las constantes de la fórmula fueron incluidas como resultado de un análisis estadístico con varios proyectos evaluados por las Empresas Públicas de Medellín. Para el área de influencia, igual que en la metodología de Leopold, se utiliza el atributo de magnitud

descrito como la dimensión o el tamaño del cambio que sufre el factor ambiental afectado. Para el caso de la metodología cualitativa de Conesa (1993) se hace referencia al atributo Extensión (Ex). A continuación se muestran en la Tabla 2-9 los rangos que se tienen en cuenta en cada uno de los atributos de esta metodología:

Tabla 2-9 Calificación de atributos metodología EPM

PRESENCIA	DURACIÓN	EVOLUCIÓN	MAGNITUD	PUNTAJE
Cierta	Muy larga o permanente (> 10)	Muy rápida (< 1 mes)	Muy alta (> 80%)	1
Muy Probable	Larga (> 7 años y < 10 años)	Rápida (> 1 mes y < 12 meses)	Alta (> 60 % y < 80)	0,7 < 0,99
Probable	Media (> 4 años < 7 años)	Media (> 12 meses y < 18 meses)	Media (> 40% y < 60%)	0,4 < 0,69
Poco probable	Corta (> 1 año y < 4 años)	Lenta (> 18 meses y < 24 meses)	Baja (> 20% y < 40%)	0.2 < 0.39
No probable	Muy corta (< 1 año)	Muy lenta (> 24 meses)	Muy baja (< 19%)	0,01 < 0,19

Fuente: elaboración propia con información de Arboleda 1998

De acuerdo con los puntajes obtenidos en la tabla anterior, se clasifica la importancia del impacto de acuerdo a los siguientes rangos (Tabla 2-10):

Tabla 2-10 Valoración de la importancia con la metodología EPM

CALIFICACIÓN AMBIENTAL (PUNTOS)	IMPORTANCIA DEL IMPACTO
Menor o igual 2.5	Poco significativo o irrelevante
Entre 2.5 y 5.0	Moderadamente significativo
Entre 5.0 y 7.5	Significativo o relevante
Mayor a 7.5	Muy significativo o grave

Fuente: elaboración propia con información de Arboleda 1998

Esta metodología contempla atributos como la magnitud y la duración del impacto, indispensables para la determinación del área de influencia, así como las condiciones del área con y sin proyecto, sin embargo no considera dentro de los atributos la potencialidad de que el impacto sea acumulativo y reactivo con otros impactos, ni la potencialidad de originar impactos no contemplados.

▪ **Metodología RAM**

La metodología RAM (Risk Assessment Matrix) es una herramienta utilizada para la evaluación de riesgos sobre los sistemas HSEQ¹⁹. De acuerdo con ECOPETROL (2008)²⁰, esta metodología se utiliza en la toma de decisiones sobre el manejo de riesgos que implique potencialmente consecuencias sobre el ambiente, el personal e infraestructura de cualquier tipo de organización. Esta matriz se basa en dos ejes principales: consecuencias y probabilidad de los riesgos. Pretende utilizar la probabilidad de ocurrencia de eventos para prevenir los riesgos asociados mediante planes o estrategias concretas de acuerdo a cuál de los sectores o sistemas puede afectar. Esta herramienta es concreta y específica para organizaciones; Dentro de los campos de aplicación ECOPETROL propone los siguientes (Tabla 2-11):

Tabla 2-11 Áreas de aplicación metodología RAM

ÁREA	EJEMPLO
HSE gestión social, seguridad física	Manejo de riesgos HSE, seguridad social, reducción de riesgos, incidentes, accidentes, zonas de alto riesgo.

¹⁹ HSEQ: health (salud), security (seguridad), environmental (ambiente) y quality (calidad).

²⁰http://www.ecopetrol.com.co/documentos/49335_ANEXO_28_Uso_Matriz_Valoraci%C3%B3n_de_Riesgos_-_RAM..pdf

ÁREA	EJEMPLO
Diseño	Estudios de factibilidad, evaluaciones de impacto ambiental.
Planeación	Planificación de mantenimiento, plantas, producción, bienes y servicios.
Construcción mantenimiento y montaje	Selección de códigos, guías de salud ocupacional u seguridad en construcción, inspecciones basadas en riesgos.
Producción	Procedimientos para cambios en plantas, movimientos, manejo de cargas y productos.

Fuente: ECOPETROL, 2008

De acuerdo con las áreas de aplicación, se sugiere el uso de esta metodología en los estudios de impacto ambiental, sin embargo se utiliza en el análisis de los riesgos propios de la organización que puede causar algún daño ambiental.

Como proceso metodológico presenta la clasificación de posibles daños ambientales clasificados en emisiones o descargas con diferentes niveles de afectación y una escala de tiempo de reacción frente a la materialización del efecto (Tabla 2-12):

Tabla 2-12 Parámetros para el componente ambiental RAM

TIPO DE EFECTO	DESCRIPCIÓN
Sin efecto	No se presenta afectación ambiental
Efectos leves	Emisiones o descargas con afectación leve y temporal. Acciones de remediación en el inmediato plazo. No hay contaminación.
Efectos menores	Emisiones o descargas menores, con afectación al ambiente dentro de las instalaciones, sin efectos duraderos, o que requieren medidas de recuperación en el corto plazo. No existe contaminación.

TIPO DE EFECTO	DESCRIPCIÓN
Contaminaciones localizadas	Emisiones o descargas limitadas con contaminación ambiental localizada en predios vecinos o el entorno, o que requiere medidas de recuperación en el mediano plazo.
Contaminaciones mayores	Emisiones o descargas que causan contaminación ambiental dispersa o grave o que requiere medidas de recuperación en el largo plazo.
Contaminaciones irreparables	Emisiones o descargas que causan un daño ambiental irreparable en un área extensa o en áreas de uso recreativo o de conservación de la naturaleza. Requiere medidas de compensación por daños irreparables.

Fuente: elaboración propia con información de ECOPETROL ,2008

De acuerdo con las descripciones anteriores, se realiza una matriz de doble entrada, la cual permite enfrentar las consecuencias y la probabilidad de ocurrencia de los diferentes riesgos observados. Para determinar las consecuencias se asignan valores de 0 – 5 donde 0 corresponde ausencia de efecto y 5 a efecto masivo; para la probabilidad de ocurrencia se asignan letras de la “A” a la “E”. Con los valores obtenidos de la multiplicación entre la probabilidad de ocurrencia y la exposición o consecuencias (impactos) se obtiene el riesgo (Tabla 2-13). Con los datos de los impactos con mayor probabilidad de ocurrencia, este método establece la *Significancia Ambiental del Impacto (SAI)* a través de las siguientes formulas (Ver Ecuaciones (2.3 y 2.4)):

$$SAI=(I.A)\$ P \acute{o} EV, \quad (2.3)$$

$$SAI = \pm(Ef + M + E + T + Ex + Rs + R' + A + S) \$P \acute{o} EV \quad (2.4)$$

Fuente: ECOPETROL, 2008

Dónde:

- I.A : Importancia Ambiental del Impacto (Ef+M+E+T+Ex+Rs+ R'+A+S)
 P : Probabilidad de que ocurra el impacto (en el escenario con proyecto)
 EV : Evidencia del impacto (escenario sin proyecto)

Los atributos empleados para establecer la importancia ambiental del impacto son:

M: Magnitud

E: Extensión

T: Tendencia

D: Duración

Rs: Resiliencia

R': Recuperabilidad

A: Acumulación

Tabla 2-13 Cálculo probabilidad de ocurrencia y riesgo - metodología RAM

CONSECUENCIAS AMBIENTALES		PROBABILIDAD				
		A	B	C	D	E
		Prácticamente imposible que ocurra	Poco Probable que ocurra	Es posible que ocurra	Bastante probable que ocurra	Ocurrirá con alto nivel de certeza
Contaminaciones irreparables	5					
Contaminación menor	4					
Contaminaciones localizadas	3					
Efectos menores	2					
Efectos leves	1					
Sin efecto	0					

Riesgo	
	Muy alto
	Alto
	Medio
	Bajo
	Ninguno

Fuente: Ecopetrol, 2008

Al ser esta metodología una aproximación de los riesgos que puede o no tener una organización frente al componente ambiental, la determinación del área de influencia no se especifica, ni se cuantifica. Puede utilizarse como un método de indagación preliminar, sin embargo debe tenerse en cuenta el contexto sobre el cual se va a trabajar esta metodología y el alcance que se pretende.

▪ Metodología Integral

Como método no convencional, la metodología Integral se describe por Arboleda (2008) como una propuesta por parte de la empresa Integral para la valoración de impactos ambientales. Se basa en las metodologías de Battelle, Leopold y Conesa. Para determinar el valor de los impactos, la metodología Integral utiliza los siguientes criterios de evaluación: calificación del impacto (Ci), área de influencia (A), tipo de impacto (+/-), probabilidad de ocurrencia (P), magnitud del efecto (M), duración (D), tendencia (T) y vulnerabilidad del elemento (V). Cada uno de estos atributos posee unos posibles valores cualitativos y numéricos (Tabla 2-14). La fórmula para establecer la relación de estos atributos es la siguiente:

$$Ci = f [AxPxMxDxTxV] \quad (2.5)$$

Fuente: Arboleda, 2008

Tabla 2-14 Valoración de atributos en la metodología Integral

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POSIBLES VALORES A TOMAR	CALIFICACIÓN
Área de influencia	Regional	5
	Local	3

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POSIBLES VALORES A TOMAR	CALIFICACIÓN
	Puntual	1
Probabilidad de ocurrencia	Alta	5
	Media	3
	Baja	1
Magnitud	Alta	5
	Media	3
	Baja	1
Duración	Largo plazo	5
	Mediano plazo	3
	Corto plazo	1
Tendencia	Regional	5
	Local	3
	Puntual	1
	Sinérgico	5
Vulnerabilidad del elemento	Alta	5
	Media	3
	Baja	1

Fuente: elaboración propia con información de Arboleda, 2008

En esta metodología el área de influencia se divide en tres tipos: 1) puntual: impactos en áreas localizadas; no se extienden más allá de donde se producen, se presentan generalmente en las áreas de construcción y operación; 2) local: impacto en áreas que se extiende más allá del punto donde se presenta la acción. Afecta de manera local, veredas, áreas urbanas y municipal; 3) regional: impactos que afectan áreas localizadas en los alrededores de la ejecución del proyecto (regiones y departamentos) (Arboleda, 2008). Aunque se tienen en cuenta diferentes tipos de escalas, cada una con un número de acuerdo a la magnitud del área afectada, no se especifica la forma de determinar dicha área para ninguno de los factores bióticos.

▪ **Metodología cualitativa modificada**

Al ver la necesidad de replantear la manera de identificar y valorar los impactos de los POA, Toro (2009) analizó de manera crítica las metodologías utilizadas en el país para la valoración de los impactos ambientales, como propuesta establece una modificación en el cálculo de la importancia de los impactos, así como el uso de la probabilidad de ocurrencia.

La metodología cualitativa modificada toma como ejemplo la metodología de Conesa (ver Ecuación 2.1), y considera los siguientes cambios (ver Ecuación 2.6):

- I. Inclusión de la probabilidad de ocurrencia (PO): al ser este un atributo que expresa la posibilidad y el riesgo de aparición de un impacto, se hace necesario incluirlo dentro de la ecuación como factor toda la expresión de importancia y no como parte de la suma como se utiliza en otras ecuaciones (ver Tabla).

$$Imp = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB) * PO \quad (2.6)$$

Fuente: Toro, 2009

- II. Cálculo de la importancia de la actividad (ImpAct): este cálculo se utiliza para determinar el potencial daño de las actividades sobre los factores ambientales independiente del POA a realizar. Emplea el impacto ambiental potencial (IAP) como indicador cuantitativo del posible efecto de la actividad con los siguientes valores (Tabla 2-15):

Tabla 2-15 Ejemplo de valores de IAP e ImpAct para factores ambientales

FACTOR	CALIFICACIÓN DE LA IAP	VALOR CUALITATIVO IAP	VALOR CUANTITATIVO IAP	ImpAct
Diversidad de fauna	Impacto potencial alto	IAPA	5	100

FACTOR	CALIFICACIÓN DE LA IAP	VALOR CUALITATIVO IAP	VALOR CUANTITATIVO IAP	ImpAct
Calidad del aire	Impacto potencial moderado alto	IAPMA	4	80
Empleo	Impacto potencial moderado bajo	IAPMB	2	40
Educación	Impacto moderado bajo	IAPB	1	20

Fuente: Toro, 2009

- III. Cálculo de la importancia de la vulnerabilidad del ambiente (ImpVul): establece valores cualitativos y cuantitativos al estado de los factores ambientales presentes en el área del proyecto por actividad (Tabla 2-16). La evaluación de la vulnerabilidad no depende del juicio de los evaluadores, lo que permite un análisis más objetivo de los impactos ambientales.

Tabla 2-16 Ejemplo de valores de vulnerabilidad e ImpVul para algunos factores ambientales

FACTOR	CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD	VALOR CUALITATIVO VULNERABILIDAD	VALOR CUANTITATIVO VULNERABILIDAD	ImpVul
Calidad del agua superficial	Impacto potencial alto	VA	5	100
Calidad del aire	Impacto potencial moderado alto	VMA	4	80
Educación	Impacto potencial moderado bajo	VMB	2	40
Seguridad social	Impacto moderado bajo	VB	1	20

Fuente: Toro, 2009

Para la identificación del área de influencia se toman los valores de Extensión como en la metodología de Conesa. Sin embargo, la calificación de la importancia por actividad presenta un escenario más objetivo, el cual permite establecer el alcance de los impactos con mayor precisión sin importar el proyecto a realizar. La valoración de la vulnerabilidad expresa qué tan sensible es el factor ambiental afectado y cómo los potenciales efectos de los impactos pueden o no ejercer presión sobre ellos. Para el componente biótico la valoración de la vulnerabilidad está relacionada de manera directa con la funcionalidad ecosistémica. Un ecosistema vulnerable es más propenso a perder su funcionalidad.

Otras propuestas metodológicas son las presentadas por Martínez (2010) y Martínez (2013), en las que el análisis de la incertidumbre y la calidad ambiental reducen la subjetividad y aumentan la capacidad de predecir los impactos con mayor precisión. Para las áreas de influencia el mayor problema radica en que al alcance de los POA lo deciden y delimitan los proponentes del proyecto. La metodología basada en sistemas complejos propuesta por Martínez (2013), evalúa y analiza el origen y las consecuencias de los impactos desde las relaciones de causalidad propias de los ecosistemas. Por otra parte, Martínez (2010) replantea el cálculo de la importancia de los impactos a través de las siguientes variables (ver Ecuación 2.7): carácter, intensidad, cobertura, sinergismo, acumulación, reversibilidad y periodicidad.

$$ICA = \pm(IN + CO + SI + AC + PR + RV) \quad (2.7)$$

Fuente: Martínez, 2010

Dónde:

ICA: Importancia en función de la calidad ambiental del factor

IN: Intensidad

CO: Cobertura

SI: Sinergismo

AC: Acumulación

PR: Periodicidad

RV: Reversibilidad

La valoración de las áreas de influencia se estima en relación con el área que cubre el impacto (Tabla 2-17):

Tabla 2-17 Valores para el área de influencia

CATEGORIA CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALOR CUANTITATIVO
Puntal	El impacto se presenta en un solo punto dentro del área de influencia del proyecto.	1
Local	El área donde se presenta el impacto no supera el área de jurisdicción municipal.	2
Regional	El área donde se presenta el impacto ocupa dos o más municipios y no supera el área de jurisdicción de la Región Natural	3
Nacional	El área donde se presenta el impacto ocupa varios municipios en dos o más regiones naturales y no supera la jurisdicción Nacional	4
Transnacional	El área donde se presenta el impacto supera la jurisdicción Nacional	5

Fuente: Martínez, 2010

Los límites para el área de influencia propuestos se basan en los límites geopolíticos del país, permite visualizar de manera más objetiva el alcance de las áreas de influencia. Sin embargo no es el único criterio para la toma de decisiones en cuanto a componente biótico se refiere. Es importante considerar que los ecosistemas no poseen límites geográficos y su distribución dista mucho de la que se establece políticamente.

2.3. Conclusiones del capítulo

La EIA y los EsIA se han convertido en la base para la toma de decisiones sobre los POA. Al tener en cuenta las metodologías para la valoración de los impactos, la determinación del área de influencia para el caso colombiano se basa en lo estipulado en los términos de referencia expedidos por el ANLA y la metodología oficial para la elaboración de estudios ambientales del 2010. Sin embargo, estos parámetros no son específicos a la hora de presentar métodos cuantitativos y profundos, al ser guías técnicas que recomiendan utilizar metodologías de acuerdo a las características del proyecto a realizar. De acuerdo con estudios elaborados por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, las metodologías utilizadas para determinar el área de influencia son inexistentes, mientras que las empleadas para valorar los impactos ambientales son estrictamente cualitativas (Conesa, Conesa modificadas, RAM y EPM); por ello se han propuesto algunas modificaciones que permiten al momento de su implementación establecerlo como un proceso más objetivo, al tener en cuenta los procesos ecosistémicos más que el criterio subjetivo de los grupos evaluadores.

3.Objetivos

Este capítulo presenta los objetivos planteados para el cumplimiento de esta investigación.

3.1. Objetivo general

Generar lineamientos metodológicos para la determinación de área de influencia sobre el componente biótico en el contexto de la EIA en Colombia.

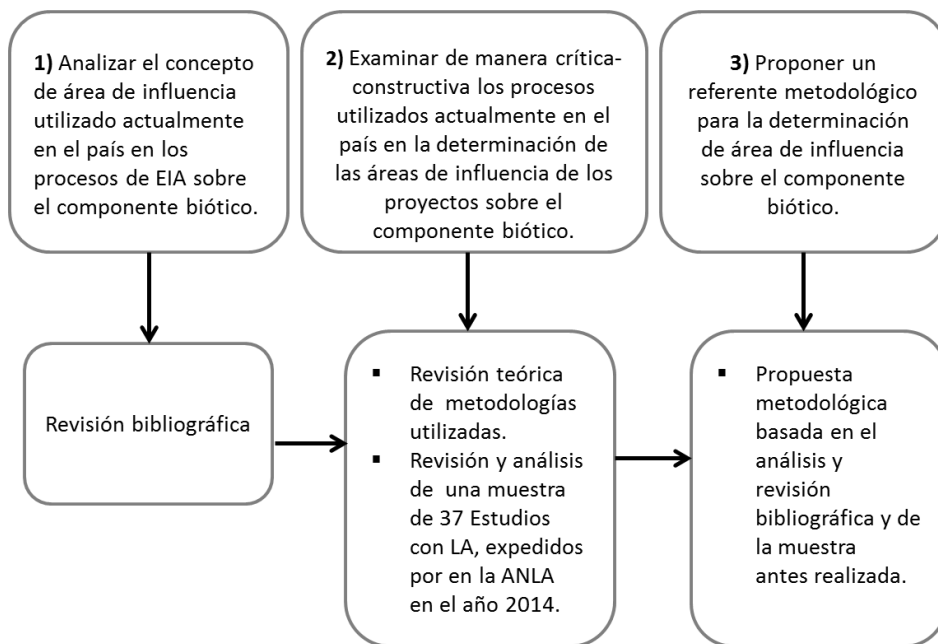
3.1.1. Objetivos específicos

- Analizar el concepto de área de influencia utilizado actualmente en el país en los procesos de EIA sobre el componente biótico.
- Examinar de manera crítica-constructiva los procesos utilizados actualmente en el país en la determinación de las áreas de influencia de los proyectos sobre el componente biótico.
- Proponer un referente metodológico para la determinación de área de influencia sobre el componente biótico.

4. Estrategia metodológica

Para el cumplimiento de los objetivos anteriores, se propuso la siguiente metodología (Figura 4-1):

Figura 4-1 Resumen metodológico



- **Revisión bibliográfica:** a través de consulta de libros, publicaciones, tesis de grado, páginas web oficiales y recursos bibliográficos en general, se enmarcó la investigación en los conceptos de sistema y ecosistema soportados en la TGS para la creación de un marco teórico. Como estado del arte se presentó un marco histórico, conceptos y metodologías utilizadas actualmente en la determinación de áreas de influencia tanto a nivel nacional como internacional. Con esta literatura

se dio a conocer de manera teórica las diferentes posiciones frente a los EsIA y el manejo y la determinación del área de influencia del panorama actual.

- **Adquisición de los EsIA:** los EsIA se obtuvieron a través de la ANLA, entidad que suministro la base de datos de los EsIA licenciados y procesos de licenciamiento para el año 2014, con un total de 93 proyectos para 2014. De esta base de datos se descartaron los proyectos correspondientes al sector de plaguicidas o agroquímicos. De los 72 proyectos restantes se tomó una muestra de 37 proyectos.
- **Análisis de los EsIA:** para el análisis de los EsIA se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:
 - 1) Conocimiento y manejo del concepto de área de influencia de acuerdo con la literatura consultada y los términos establecidos por la normatividad vigente.
 - 2) Suministro de información importante y relevante con respecto a la fauna y flora del lugar afectado por el proyecto, así como el uso de indicadores en la identificación y caracterización de las relaciones interespecificas y de de dichas especies con él entorno.
 - 3) Modo de aplicación o variación de las metodologías existentes, así como el uso de atributos como la magnitud, extensión y acumulación en la estimación y valoración del área de influencia.
 - 4) Contraste entre las áreas determinadas y los PMA propuestos.

Para el cumplimiento de este punto metodológico se realizó una matriz de doble entrada donde se relacionaron cada uno de los proyectos con 25 parámetros relativos el área de influencia encontrada en cada uno de los proyectos (ver Anexo A)

- **Propuesta metodológica:**

De acuerdo con la literatura consultada y los hallazgos en el análisis, se proponen de manera general los lineamientos de tipo metodológico que podrían permitir de manera más objetiva determinar las áreas de influencia sobre el componente biótico, con el fin de que sean utilizados en futuras investigaciones como directrices básicas para la creación de una metodología que pueda emplearse de manera oficial en el país.

5. Área de influencia sobre el componente biótico en los EsIA

Este capítulo tiene como finalidad presentar a través de una muestra cómo los POA licenciados en el país (año 2014), establecen dentro de su EsIA la caracterización y determinación de las áreas de influencia para el componente biótico, de acuerdo a los los parámetros establecidos por el normatividad ambiental, las autoridades competentes y la literatura.

5.1. Muestra

Para el año 2014 se reportaron, de acuerdo a los datos suministrados por la ANLA, 93 proyectos licenciados por sectores presentados en la Tabla 5-1.

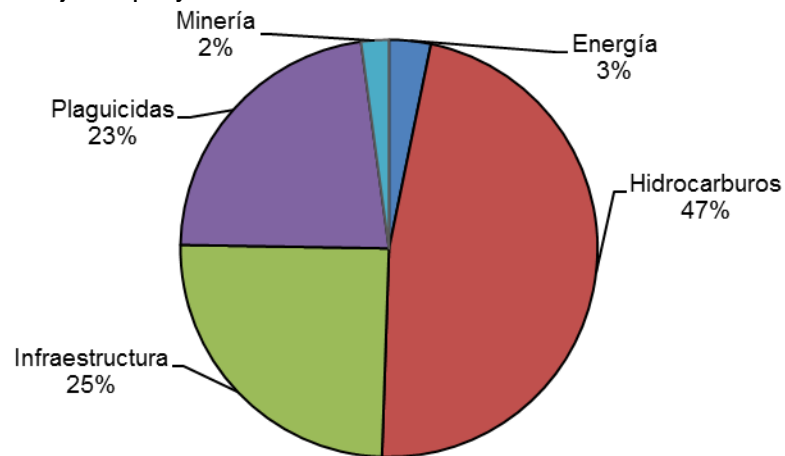
Tabla 5-1 Proyectos licenciados en 2014

Sector	Número de proyectos
Energía	3
Hidrocarburos	44
Infraestructura	23
Plaguicidas	21
Minería	2
Total	93

Fuente: elaboración propia

De esta población se excluyeron los proyectos correspondientes a plaguicidas (23% del total, Figura 5-1), debido a que se evalúan a través de la evaluación de riesgos y Dictámenes Técnicos Ambientales (DTA), no por EsIA.

Figura 5-1 Porcentaje de proyectos totales licenciados



Fuente: Elaboración propia

De la muestra anterior se obtuvo un total de 72 proyectos licenciados (Tabla 5-2) divididos en cuatro sectores productivos: infraestructura, minería, energía e hidrocarburos.

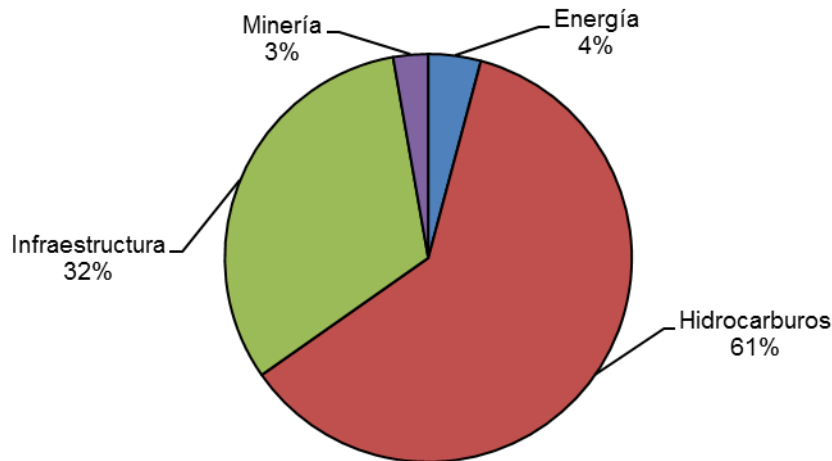
Tabla 5-2 Proyectos licenciados sin sector plaguicidas

SECTOR	N° DE PROYECTOS
Energía	3
Hidrocarburos	44
Infraestructura	23
Minería	2
Total	72

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura 5-2 los sectores con mayor número de proyectos licenciados son los correspondientes a hidrocarburos con 61% e infraestructura con 32%. Los sectores de minería y energía presentan los porcentajes más bajos, 3% y 4% respectivamente. Cabe aclarar que a pesar de estos porcentajes tan bajos, para el sector de minería se trabaja por actividades de exploración y expedición de títulos mineros, los cuales no requieren de licencia ambiental para su ejecución.

Figura 5-2 Porcentaje de proyectos sin el sector plaguicidas



Fuente: elaboración propia

De los 72 proyectos se tomó una muestra de 37 EsIA correspondiente a más del 50% de la población total (Tabla 5-2). En la Tabla 5-3 se muestra el número de proyectos seleccionados por cada sector productivo. Esta selección se realizó al azar, sin embargo estuvo sesgada debido a que algunos de los archivos seleccionados no se encontraban completos o se encontraban dañados en el momento de la consulta.

Tabla 5-3 Número de estudios muestra por sector

SECTOR	N° DE ESTUDIOS
Energía	3
Hidrocarburos	18

Tabla 5-3 Número de estudios muestra por sector (continuación)

SECTOR	N° DE ESTUDIOS
Infraestructura	14
Minería	2
Total	37

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los proyectos seleccionados se revisaron tres puntos considerados clave para analizar el área de influencia: 1) caracterización biótica en el escenario sin proyecto para flora y fauna; 2) metodologías utilizadas en la identificación, calificación y evaluación de impactos y 3) el plan de manejo ambiental para flora y fauna.

5.2. Caracterización y evaluación biótica del área de influencia

Al considerar la caracterización de las áreas de influencia como un requisito obligatorio en la presentación de los EsIA, de la muestra analizada el 100% de los proyectos presentaron la caracterización biótica. Esta se basa sobre dos puntos importantes: la caracterización en el escenario sin proyecto y la evaluación de los impactos en el escenario con proyecto enmarcado en la identificación, calificación y valoración de los impactos. De los resultados del escenario con proyecto se estructura el plan de manejo ambiental, también obligatorio para la presentación del EsIA.

5.2.1. Identificación de las áreas de influencia

La caracterización está basada en la recolección de información primaria y secundaria. Se evalúa la situación de las zonas que se afectarán directa e indirectamente por el proyecto.

- **Área de influencia indirecta**

Para los proyectos analizados se evidenció que el 100% de la muestra tomó el área de influencia indirecta basada en los análisis fisiográficos, de territorio y ubicación. A partir de esta información el área de influencia indirecta se identifica como la cuenca o

microcuencas que rodean el área del proyecto. De acuerdo con esta precisión, en el 97% de la muestra se utiliza la identificación de asociaciones vegetales de acuerdo la división climática por medio de las zonas de vida de Holdridge para clasificar los ecosistemas y sus características climáticas (Figura 5-3). La metodología empleada en la totalidad de la muestra (100%) para la identificación de coberturas vegetales es la registrada como Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM *et al.*,2008), la cual permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra a través de la interpretación de imágenes (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas. A pesar de que la información que proporciona esta metodología muestra las coberturas y el estado actual de las mismas, no permite visualizar el alcance que podría tener el proyecto. Esta identificación, así como la del área de influencia directa, se limitan estrictamente a dar herramientas para una caracterización de la flora y fauna presentes.

- **Área de influencia directa (AID)**

Para el caso de la identificación del AID, el 100% de la muestra la caracteriza como el espacio o ubicación geográfica de las instalaciones, así como la disposición final de sus residuos. De acuerdo a esto el área de influencia directa la establecen cada uno de los proponentes.

- **Ecosistemas sensibles, áreas protegidas y reservas forestales de ley 2ª**

Dentro del marco normativo nacional, los proyectos están obligados a presentar dentro de la identificación y caracterización biótica las áreas o ecosistemas sensibles superpuestos con el área de influencia total identificada. Para la muestra analizada se presentó la identificación de estos ecosistemas por medio de la metodología Corine Land Cover Colombia (CLC), así como el uso de la herramienta *Tremarctos*²¹. De la muestra analizada el proyecto con número de expediente LAM²² 6356 ²³(Figura 5-1) presenta una

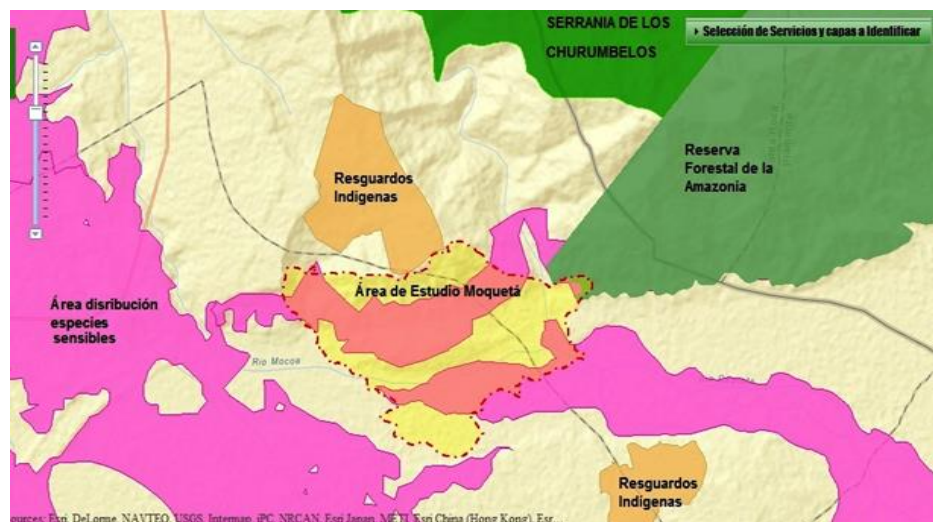
²¹ Es un sistema que evalúa preliminarmente los impactos sobre la biodiversidad que producen las obras de infraestructura y minería "screening" y provee recomendaciones sobre las eventuales compensaciones que un determinado proyecto deberá asumir <http://www.tremarctoscolombia.org/introduccion.html>

²² LAM : Licencia Ambiental

²³ LAM 6356: proyecto área de explotación petrolera desarrollo Moquetá.

superposición tanto con áreas sensibles como con reservas de tipo forestal. Sin embargo la aclaración general para este proyecto y para aquellos que rodean ecosistemas sensibles, gira en torno a que a pesar de tener la categoría de ecosistemas sensibles, se encuentran altamente intervenidos y por lo tanto los parches y las especies animales y vegetales encontradas se deben conservar y tener en cuenta en los planes de manejo ambiental.

Figura 5-1 Delimitación del área de influencia para el proyecto área de explotación desarrollo Moquetá



Fuente: Expediente LAM 6356

5.2.2. Escenario sin proyecto – caracterización biótica

El objetivo de la caracterización es reportar el tipo, estructura y composición de la cobertura vegetal del área potencialmente afectada a través de una descripción de las coberturas existentes en la zona, así como el tipo, distribución y características de las especies animales presentes.

De acuerdo con esta caracterización se pretende establecer zonas e identificar especies sensibles o vulnerables con el fin de adoptar medidas de protección y recuperación de la zona, así como medidas de manejo para minimizar o mitigar los impactos generados por las actividades del proyecto.

Al utilizar la matriz de identificación de ausencia y presencia de parámetros biológicos propuesta para la muestra (Tabla 5-4), se encontraron 27 parámetros, los cuales se agruparon para facilidad del análisis biológico para flora y fauna, indagación informal e inventarios.

Tabla 5-4 Matriz de parámetros biológicos encontrados

SECTOR	Proyecto	PARÁMETROS BIOLÓGICOS																					
		Inventario	Fotointerpretación	Distribución (Altimétrica/diamétrica)	Abundancia	Índice BMWP	Diversidad/ alfa	Riqueza	Frecuencia	Dominancia de Simpson	Equidad	Índice de Shannon	Valor de sensibilidad global	Zona de vida de Holdridge	Especies sombrilla	Descripción de especies	Métrica de forma	Análisis multitemporal fauna (MF)	Análisis multitemporal de coberturas (MC)	Regeneración natural	IVI		
MINERÍA	LAV0050-13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x				x	x			
	LAV0057-13	x	x	x	x		x	x	x					x	x					x	x		
ELÉCTRICO	LAV0005-12	x	x	x			x		x			x	x		x					x	x		
	LAV0006-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x					x	x		
	LAV0026-00-2014	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x					x	x		
INFRA ESTRUCTURA	0013-14	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x					x	x		
		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x					x	x		
	0022-14	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x		x					x	x	
		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
	LAM 6171	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
	LAM 6202	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
	LAM 6245	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
	LAM 6348	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x					x	x	
	LAM 6397	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
	LAM 6398	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x	
	LAV 0052-14	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x		x					x	x	
	LAV 0055-14	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x		x					x	x	
LAV 0068-14	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x							x	x		
HIDROCARBUROS	LAV0030-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x								x	x	
	LAM 5578	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x					x			x	x	
	LAM 5630	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x								x	x	
	LAM 5767	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x				x			x	x	
	LAM 5798	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x		x				x		x	x	
	LAM 5948	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x								x	x	
	LAM 6174	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x								x	x	
	LAM 6356	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x								x	x	
	LAV0002-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x									x	x
	0011-14	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x		x		x	x	
	0059-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x						x		x	x	
	0068-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x									x	x
	0003-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x					x	x
	LAM 5887	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x					x	x
	0082-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x					x	x
	0084-13	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x					x	x
	LAM 5800	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x					x	x
	LAM 5838	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x				x					x	x

Adicionalmente se conceptualizan los procesos de fragmentación, conectividad y dispersión de especies de importancia biológica de acuerdo con lo observado en la muestra.

- **Parámetros biológicos para flora**

Para el componente flora se encontraron 16 parámetros establecidos por los profesionales encargados de la realización de los estudios definiéndolos de la siguiente manera:

Fotointerpretación:

Es una técnica empleada para estudiar y analizar la información contenida en una fotografía aérea. A través de este proceso se extrae información de los elementos presentes como vegetación, drenajes, topografía, geología y toponimia con el fin de tener el resultado previo de un lugar de interés antes de ser visitado, esto es de mucha utilidad en aquellos lugares de poca accesibilidad.

Análisis estructural de la vegetación

- **Distribución diamétrica:** este parámetro permite evaluar el diámetro de los individuos en un área determinada, así como la distribución de las especies en un plano horizontal, el estado sucesional en el bosque, su madurez y grado de intervención. La metodología empleada se basa en tomar las medidas de diámetro del árbol (DAP)²⁴ de cada uno de los individuos, clasificarlos en clases intervalos de medida para cada una de las clases encontradas.
- **Distribución vertical:** este parámetro permite observar la distribución de las especies en un plano vertical, así como los estratos del bosque. Estos elementos complementan la descripción de la madurez o estado del bosque.

Variables estructurales

- **Abundancia:** hace referencia al número de individuos por especie encontradas en área de muestreo.

²⁴ Esta medida es tomada a la altura del pecho de la persona que hace el muestreo.

Abundancia absoluta = Número de individuos por especie.

Abundancia relativa (ArSpi) = Número de individuos de cada especie con relación al número total de individuos (ver Ecuación 2-8).

$$ArSp = \frac{N^{\circ} \text{ individuos Spi}}{N^{\circ} \text{ total de Individuos}} \% \quad (2-8)$$

Dónde

Spi: especie i

- **Frecuencia:** Se refiere a la presencia o ausencia de una especie (ver Ecuación 2-9)

$$Fr = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades muestrales Spi}}{N^{\circ} \text{ total unidades muestrales}} * 100 \quad (2-9)$$

Dónde

Spi: especie i

Índices para medición de diversidad

- **Diversidad alfa:** la diversidad alfa hace referencia a la riqueza intrínseca de especies de la comunidad a estudiar.
- **Riqueza:** cuantifica el número de especies de una muestra. Presenta generalmente una medida de densidad, es decir el número de especies por unidad de área específica (ver Ecuación 2-10).

$$\text{Riqueza Especifica} = \text{Número de especies presentes} \quad (2-10)$$

- **Dominancia de Simpson (γ):** este índice está influenciado por la importancia de las especies más dominantes, y manifiesta la probabilidad de que los individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (ver Ecuación 2-11).

$$\gamma = \sum P_i^2 \quad (2-11)$$

Dónde:

P_i: abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

- **Equidad:** este índice da un valor de incertidumbre respecto a un individuo elegido al azar de una muestra con todas las especies conocidas. Su valor será 0 cuando la zona tenga solo una especie, y su número aumentará en la medida que aumenta el número de especies así como su distribución en la zona.
- **Índice de Shannon (H')**: el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Indica qué tan uniformes están representadas las especies (ver Ecuación 2-11).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (2-11)$$

Dónde:

P_i: abundancia proporcional de la especie i

Valor de sensibilidad global (SG): este valor se establece mediante la suma de la calificación de las siguientes formaciones vegetales: bosques (**Bo**), rastrojos (**Ra**), cultivos (**Cu**), pastos (**P**), suelos desnudos o desprovistos de cobertura vegetal (**D**) y áreas protegidas (**Ap**). Esta calificación se realiza con base en el tipo de especies dominantes de la zona (Tabla 5-5).

Tabla 5-5 Clasificación y calificación de las coberturas vegetales para el valor de sensibilidad global

CLASIFICACIÓN		CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL
Bosques	Denso alto de tierra firme	3,4	Vegetación dominada por especies arbóreas con alturas mayores a los 6 metros. El dosel es continuo.
	Abierto alto de tierra firme	3,72	Vegetación dominada por especies arbóreas con alturas mayores a los 6 metros. El dosel puede ser continuo (bosque denso) o discontinuo (bosque abierto).
Rastrojos	Secundaria o en transición	0,7	Vegetación dominada por especies de porte arbustivo, con alturas entre los 6 y 2 metros de abundante ramificación en la base.
	Secundaria o en transición baja	1,0	Vegetación arbustiva con altura inferior a los 2 metros, con amplia dominancia de especies pioneras o invasoras.
Cultivos	Plantación forestal	0,55	Plantaciones de especies forestales, o frutales perennes, nativas o foráneas que conforman rodales en cualquier estado de desarrollo.
	Mosaico de cultivos	4,75	Plantaciones o cultivos temporales anuales, semestrales o con periodos de desarrollo inferior a un año.
Pastos	Arbolados	3	Vegetación dominada por vegetación baja compuesta por herbáceas y gramíneas. A veces con árboles y arbustos en forma dispersa.
	Limpios	1,54	Gramíneas sembradas para producción pecuaria.
Suelos desnudos		0	Áreas desprovistas de vegetación, como arenales, unidades de roca expuesta, etc.

Fuente: Expediente LAV 0005-12

De acuerdo con el valor resultante de la sumatoria, se clasifica la sensibilidad del componente biótico en la siguiente escala de valores (Figura 5-2):

Figura 5-2 Valores de sensibilidad global

ESCALA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL DEL MEDIO BIÓTICO					
0-16	17-33	34-50	51-66	67 -68	84-100
Muy baja	baja	Moderada	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Expediente LAV 0005-12

Zona de vida de Holdridge: se basa en la fisonomía de las coberturas vegetales presentes en un área determinada (no en la composición florística). Toma como parámetros la temperatura (biotemperatura media anual), la humedad (precipitación total por año) y la evapotranspiración potencial (ETP) de los diferentes lugares en el mundo. A través de esta interpretación el equipo evaluador establece los diferentes tipos de coberturas vegetales presentes en la zona de influencia del proyecto.

Análisis multitemporal de coberturas (MC): este análisis multitemporal de coberturas se basa en las fotos aéreas históricas del área potencial de influencia del proyecto, las cuales en un reporte visual cronológico evidencian la intervención y el cambio del área a través del tiempo así como el análisis del grado de fragmentación de las coberturas.

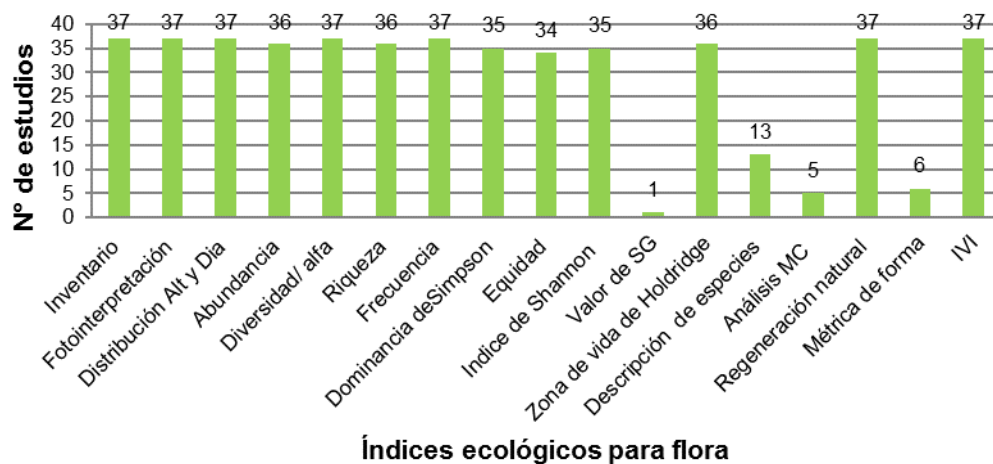
Regeneración natural: la estimación de la regeneración natural del área de interés se estima de acuerdo con las especies presentes al momento de realizar el muestreo en campo y la información de las actividades actuales o las que han perturbado el área de interés.

Métrica de forma o área: las métricas de área cuantifican la composición del paisaje, con esta información es posible conocer la cobertura dominante por área, número de parches y variedad en los tipos de cobertura que conforman un paisaje. Las métricas que miden la distancia al vecino más cercano son también una medida directa del efecto por fragmentación; estas miden la distancia más corta entre los bordes de coberturas del mismo tipo.

IVI: el índice de valor de importancia se utiliza para estimar la importancia ecológica relativa de las especies presentes. Se calcula a través de la suma de los parámetros de dominancia densidad y frecuencia por especie. Los valores de IVI se encuentra en un rango de 0 - 300. El 100% de los estudios analizados estiman el IVI con el fin de establecer la cantidad de especies vegetales que pueden ser o no aprovechables.

En la Figura 5-3 se contrasta los parámetros descritos vs el número de estudios que los emplearon para la caracterización biótica.

Figura 5-3 Número de estudios vs parámetros biológicos para componente flora



Fuente: elaboración propia

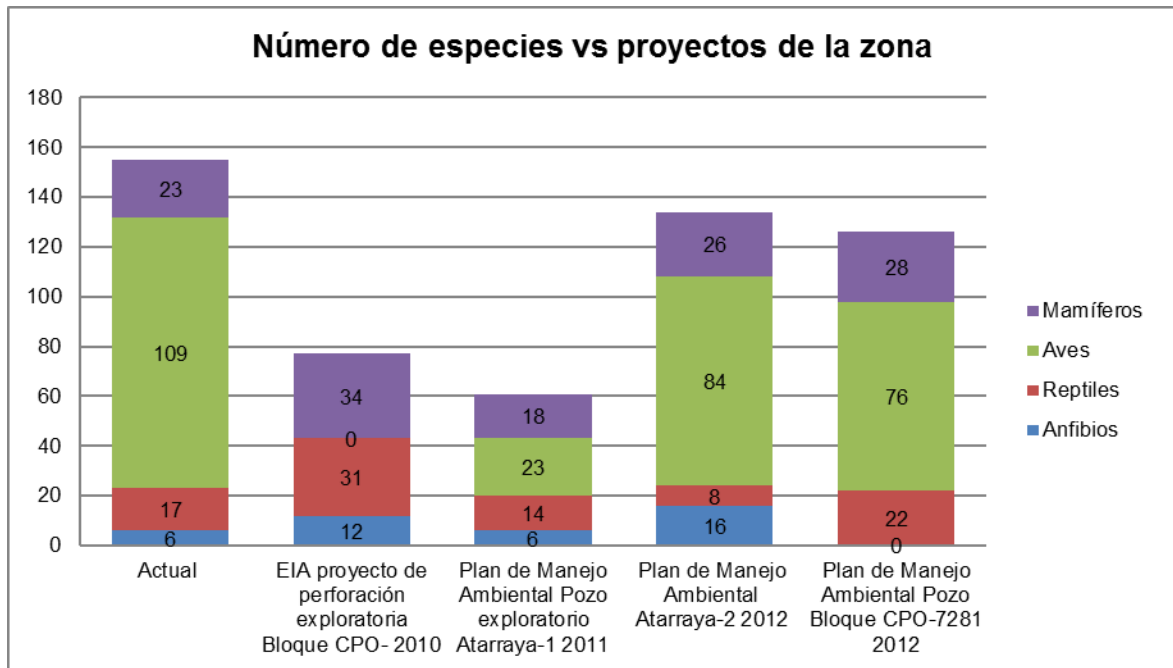
Los parámetros encontrados en la muestra representan de manera cuantitativa y estadística el tipo, la composición y la estructura de las coberturas presentes. Sin embargo se observa que estos parámetros se establecen de acuerdo a los proponentes de los proyectos en aras de cumplir con los requerimientos de identificación y caracterización del área de influencia. Los parámetros como valor de sensibilidad global y análisis multitemporal de coberturas se utilizan en menos del 20% de la muestra a pesar de brindar información importante acerca de la transformación ecosistémica. Los parámetros biológicos empleados en la caracterización de flora describen de manera básica las especies presentes en el área de estudio; sin embargo no se reporta ningún análisis detallado sobre la relación de la estructura y los tipos de especies con la función

de las mismas dentro del ecosistema. Los estudios revisados son básicamente descriptivos.

▪ **Parámetros biológicos para fauna**

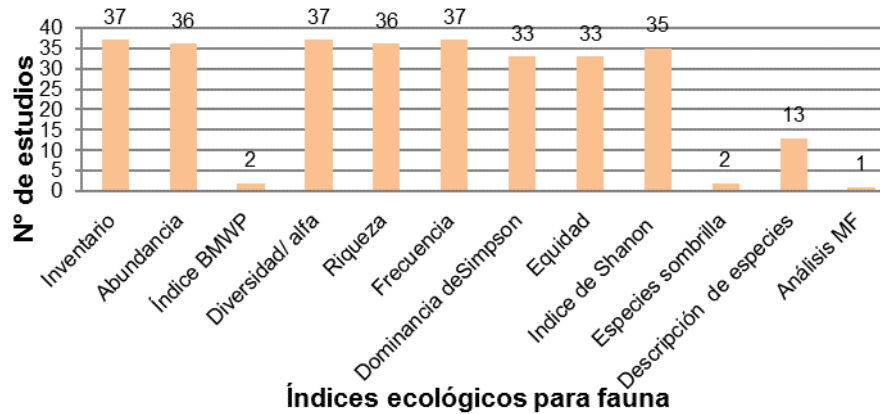
A diferencia del componente flora, para fauna se presentan 10 parámetros, de los cuales 6 (abundancia, diversidad alfa, frecuencia, dominancia de Simpson, equidad e índice de Shannon) son conceptualmente iguales a los empelados en vegetación. Sin embargo se reportan 3 parámetros específicos para fauna:

- **Índice BMWP:** de acuerdo a una puntuación propuesta, clasifica la calidad de las aguas del área de estudio en relación con la presencia o ausencia de macroinvertebrados sensibles a la contaminación del agua. De acuerdo con la Figura 5-3 solo el 10% de la muestra incluyo este índice dentro de la caracterización del área de influencia.
- **Especies sombrilla:** son especies que se caracterizan por tener zonas de vida extensas, lo que permita el cuidado y protección de otras especies con zonas de vida menores a la considerada. De los proyectos analizados solo el 10% de la muestra identifica las posibles especies sombrilla del área de estudio.
- **Análisis multitemporal para fauna:** utiliza la información primaria de identificación de especies obtenida durante la fase de campo así como la información primaria tomada de los estudios anteriores realizados en la misma área (Figura 5-4). De la muestra analizada solo uno de los estudios considero el histórico faunístico. Con un análisis multitemporal se puede estimar en el tiempo la resiliencia real de las especies y la capacidad en el tiempo de recolonizar las áreas antes intervenidas por proyectos de similar producción.

Figura 5-4 Análisis multitemporal fauna proyecto área de explotación Atarraya

Fuente: Expediente 0011-14

En comparación con los parámetros establecidos para flora, para el componente fauna se presenta un número menor de parámetros generales y solo se reportan 3 exclusivos para la identificación de la fauna. Adicionalmente, estos 3 parámetros (índice BMWP, especies sombrilla y análisis multitemporal para fauna) son los que presentan los valores más bajos (Figura 5-5) a pesar de ser parámetros que incorporan en su análisis las características de las especies y su identificación, además de una aproximación de la relación y función dentro del ecosistema estudiado.

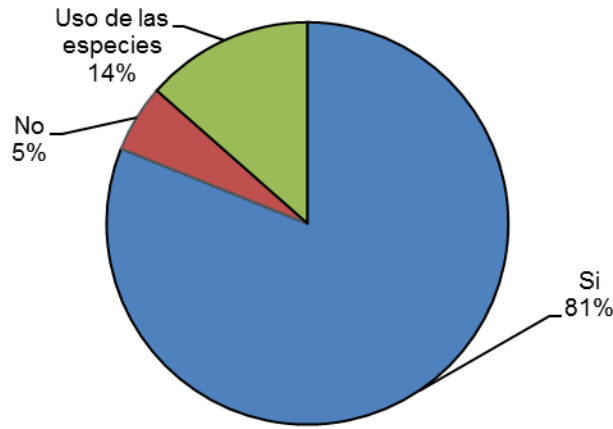
Figura 5-5 Número de estudios vs índices ecológicos para componente fauna

Fuente: elaboración propia

▪ Indagación informal

Dentro de la caracterización se reportan para la identificación de especies animales el uso de entrevistas y cuestionarios a las comunidades y residentes de los lugares cercanos a las áreas de influencia de proyectos. De acuerdo con la Figura 5-6, el 81% de los estudios incorporan los resultados de las encuestas en los inventarios, de acuerdo a la presencia o ausencia de las especies, descripciones fenotípicas, hábitos y comportamientos de migración descritos por la comunidad encuestada. El 14% de los estudios considera las entrevistas como soporte en para estimar el uso de las especies tanto vegetales como animales y solo el 5% no las considera como información relevante para la identificación y uso de especies.

Las entrevistas pueden emplearse para confrontar, verificar o complementar información sin embargo no es el registro más confiable al momento de identificar al detalle especies animales y vegetales. Es necesario que estas investigaciones soporten la información con datos confiables, obtenidos mediante metodologías estandarizadas a nivel nacional e internacional, y recolectada por personal experto en cada uno de las clases animales y vegetales reportadas. Adicionalmente se recomienda la retroalimentación de información entre la comunidad y los expertos ya que permite fortalecer el dialogo de saberes y la unión entre la academia y la comunidad. Sin embargo esta información debe ser recolectada de manera adecuada con la replanteación de las entrevistas actuales.

Figura 5-6 Uso de entrevistas para los inventarios de fauna

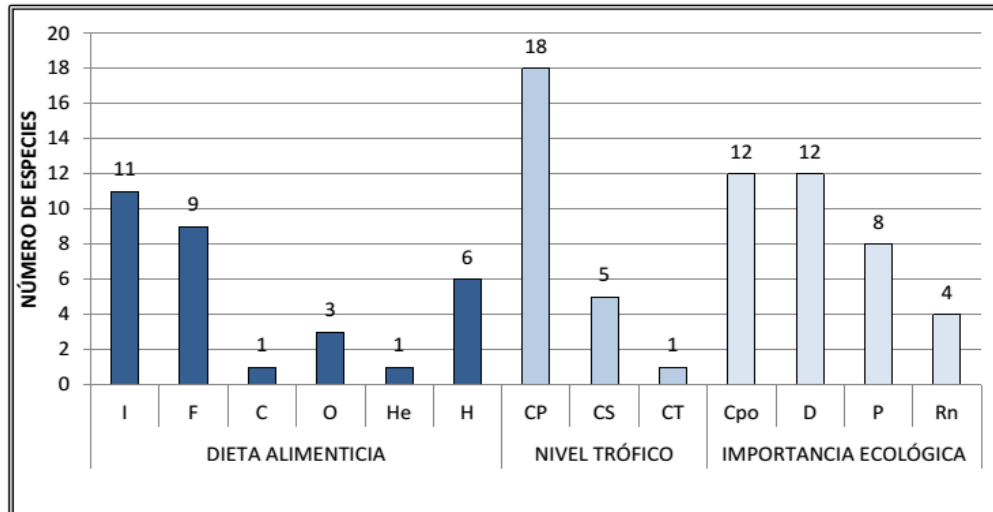
Fuente: elaboración propia

▪ Inventarios

El 100% de la muestra presenta un inventario de las especies vegetales y animales presentes en el área de influencia directa; para el área de influencia indirecta se presenta la caracterización de la zona de vida estimada. Dentro de los inventarios solo el 35% de los proyectos incluye una descripción detallada de las especies y el 68% restante presenta una identificación básica (nombre común, nombre científico, tamaño, fenología, sexo, ubicación y jerarquía taxonómica). Esta información es complementada con los indicadores antes mencionados; sin embargo no se especifican la función de las especies ni las relaciones entre ellas.

▪ Importancia biológica:

A diferencia del índice de valor de importancia, la importancia biológica establece la posición de las especies, su función en la cadena trófica de acuerdo con la información de dieta e importancia ecológica. El 100% de la muestra determina de manera general la importancia biológica de las especies a través del número de especies reportadas vs las siguientes categorías (Figura 5-7):

Figura 5-7 Análisis trófico para el proyecto área de explotación Atarraya

Fuente: Expediente 0011-14

- **Dieta alimenticia:**

- I: insectívoro

- F: frugívoro

- C: carnívoro

- O: omnívoro

- He: hematófago

- H: herbívoro

- **Nivel trófico:**

- CP: consumidor primario

- CS: consumidor secundario

- CT: consumidor terciario

- **Importancia ecológica:**

- Cpo: control poblacional

- D: dispersor de semillas

- P: polinizador

- Rn: reciclador de nutrientes

Estas clasificaciones varían de acuerdo a la especie que se documenten y a los objetivos de la investigación. Sin embargo, los proyectos analizados presentan para las especies analizadas la identificación del grupo al que pertenecen sin ahondar en cómo se relacionan estas propiedades con las funciones y las interrelaciones dentro del ecosistema.

- **Fragmentación, conectividad y dispersión de especies de importancia biológica**

El proceso de fragmentación se presenta a nivel de paisaje. El ecosistema se divide en fragmentos de menor área y mayor complejidad aislados unos de otros. Este proceso se expresa de manera natural, sin embargo los procesos antrópicos han acelerado la fragmentación, se reduce la conectividad de los parches naturales así como la ruptura de corredores biológicos, lugares de paso, de reproducción y de alimentación. Este tipo de procesos generan la dispersión y el alejamiento de especies ecológicamente importantes.

Los procesos de fragmentación encontrados en la muestra se evalúan de acuerdo con los resultados arrojados por los índices de flora descritos en la Figura 5-3. De acuerdo con esta información, el 100% de los proyectos concluye que la fragmentación de los hábitats es resultado de las actividades productivas en el área antes y al momento de realizar el muestreo, los cuales aseguran que las actividades de los proyectos a realizar no pueden causar una afectación grave sobre áreas que de por sí ya están intervenidas.

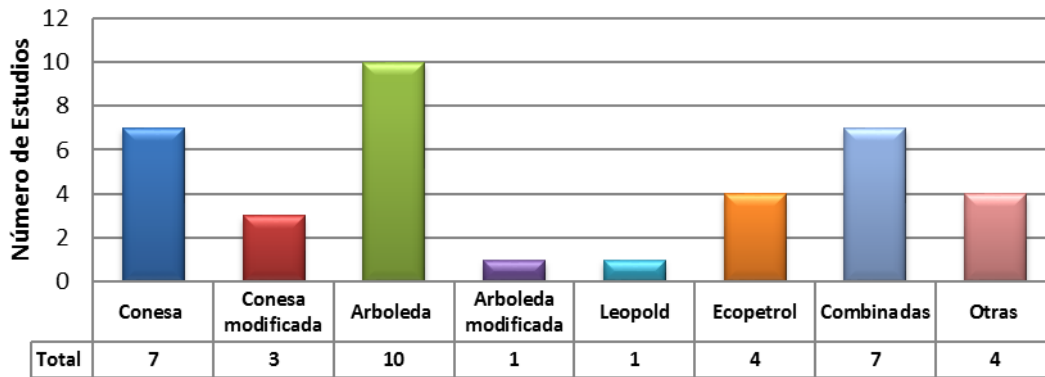
Con la identificación idónea de las áreas posibles de ser afectadas, parámetros como los análisis multitemporales podrían arrojar datos fiables del verdadero cambio de las coberturas y las especies animales con respecto a proyectos anteriores realizados en la zona. Sin embargo, como muestran las Figuras 5-3 y 5-4, los análisis multitemporales no se utilizan de manera representativa y la identificación básica no tiene el alcance para predecir la afectación potencial de las áreas establecidas.

5.3. Metodologías – identificación y calificación de impactos

En consecuencia, con los requisitos solicitados por la autoridad ambiental, y utilizando la información obtenida en la caracterización biótica, se predicen y evalúan los posibles impactos y sus efectos sobre el área de influencia del proyecto. Para la identificación,

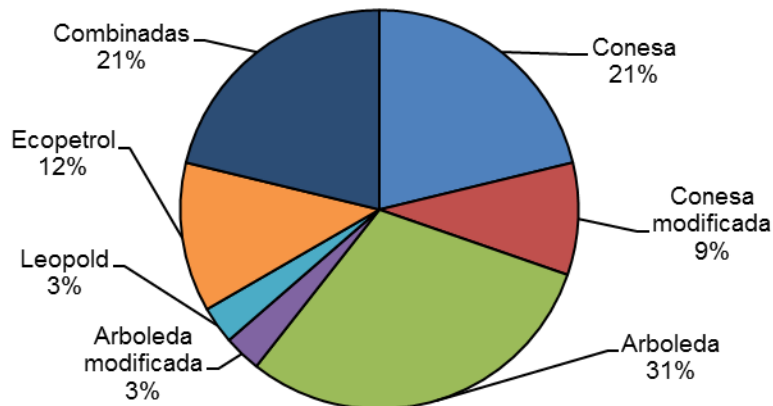
evaluación y calificación de los impactos, los proyectos analizados utilizaron diferentes metodologías (Figura 5-8). Se identificaron 8 tipos de metodologías, dentro de las cuales la metodología Arboleda fue la más empleada con un 30% en la muestra, correspondiente a 11 estudios. Le sigue la metodología de Conesa con 7 estudios que representan el 19% de la muestra. Con el mismo porcentaje están las metodologías combinadas. El método Ecopetrol se usó en 4 estudios (11%), el de Conesa modificado en 3 estudios (8%), el de Leopold en 1 estudio (2%), el de Arboleda modificado en 1 estudio (2%) y otras técnicas en 4 estudios (11%). Esta última clasificación se muestra en detalle en la Figura 5-9, en la que se identifican metodologías no empleadas usualmente en la evaluación de impactos.

Figura 5-8 Número de estudios vs metodologías utilizadas



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-9 Porcentaje de metodologías empleadas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 5-8 y 5-9, se emplea una gran variedad de metodologías, de las cuales él o los proponentes del proyecto pueden hacer uso sin restricciones. La modificación y la combinación de las mismas se realizan con base en las propuestas de los expertos de cada proyecto al momento de realizar el estudio.

En la Tabla 5-6 se muestran las modificaciones encontradas en las formulas empleadas para la calificación de impactos. En contraste con otros métodos identificados, las metodologías de Conesa y Arboleda son las más empleadas y las que se modifican con mayor frecuencia. Dentro de las justificaciones encontradas en los EsIA, los expertos señalan que las modificaciones se realizan con base en las consideraciones de las entidades consultoras, argumentado que estas se hacen para caracterizar mejor los impactos, o para ajustarlas a las condiciones del proyecto. Estos criterios podrían ser válidos, sin embargo no se hace una explicación a profundidad en ninguno de los estudios que soporte la adición o no uso de algunos atributos.

Tabla 5-6 Modificaciones de las fórmulas metodológicas presentes en los EsIA

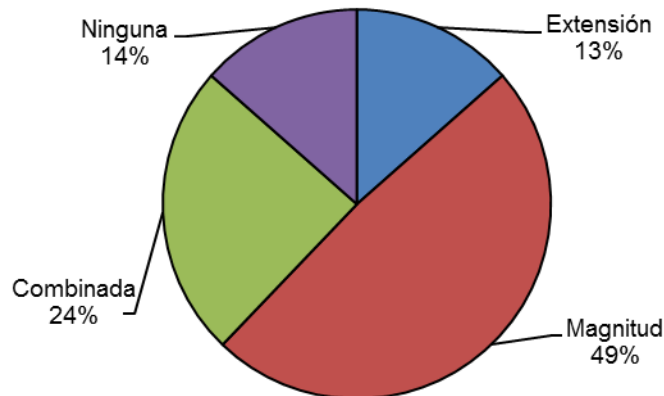
ORIGINAL	MODIFICACIÓN
METODOLOGÍA DE CONESA	
$\text{Imp} = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB)$	$I = \pm NA (3IN + 2EX + PE + MO + RV + AC + PR + MC)$
	$I = CA * (3MG + 2CO + DR + RS + RE + PE + TD + TI + PO)$
	$\text{IMP} = \pm (TI + In + Pr + M + Dr + AI + Mt + C)$
	$I.A = (Ef + M + E + T + Ex + Rs + R' + A + S);$
	$I = \pm (3I + R + 2EX + MO + DU + RC + RV + SI + AC + PR + TI + PO)$
	$I = \pm (3I + 2EX + T + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$
	$\text{IM} = \pm (EF + M + T + Ex + Rs + R + A + S)$
	$I.I.A = Pr * [(Co * Gr)^{0,6} + (Rec)^{0,2} + Du^{0,1} + De^{0,1}]$
METODOLOGÍA ARBOLEDA	
$Ca = C * (P[7,0 * E * M + 3,0 * D])$	$CI = \{PO [7,0 ((MR + INC) \times NV) + 7,0 (DU)]\} \times 10$

Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Valoración de los atributos

Los atributos extensión y magnitud establecen el alcance potencial de los impactos, valoran el área de influencia y, de acuerdo a su calificación, establecen el alcance del PMA. La Figura 5-10 indica el porcentaje de estudios que incorporaron los atributos de extensión y magnitud, específicamente para los impactos sobre el componente biótico. El porcentaje más alto lo presenta el atributo magnitud, con un 49% de la muestra, seguido por los atributos combinados extensión y magnitud con el 24%. El atributo de extensión llega al 13% y la no utilización de atributos corresponde a un 14%. Al contrastar estos resultados con las modificaciones a las metodologías, se evidencia nuevamente que el uso y no uso de atributos es variable y está directamente relacionado con las consideraciones que tenga el equipo de trabajo o el proponente del proyecto. El 14% de los estudios no considera necesario estos atributos, a pesar de que la literatura relacionada con el componente biótico considera importante predecir con la mayor precisión las áreas vitales potencialmente afectadas. Dichos estudio estiman que la fauna y los procesos ligados a ella no son estáticos sino dinámicos, cambiantes y complejos.

Figura 5-10 Uso de atributos extensión y magnitud



Fuente: Elaboración propia

De las metodologías que incorporaron los atributos de extensión y magnitud se identificaron los siguientes cambios (Figura 5-10):

Tabla 5-7 Valores de extensión y magnitud

EXTENSIÓN			MAGNITUD	
Metodología				
Conesa	Ecopetrol	CRISP	Arboleda	Ecopetrol
Puntual 1	Puntual 1	Puntual 1	Puntual 1	Puntual 1
Parcial 2	Local 3	Parcial 2	Parcial 2	Local 3
Extenso 4	Parcial 6	Extenso 4	Extenso 4	Parcial 6
Total 8	Extenso 9	Total 8	Total 8	Extenso 9
-	-	Crítico +4	-	-

Fuente: elaboración propia

En las tres metodologías referenciadas (Conesa, Ecopetrol, CRISP²⁵ y Arboleda) se evidencian valores diferentes para cada uno de los atributos, así como diferencias en la escala que los representa (parcial, puntual, extenso, total y crítico). Los valores expresados en la Tabla 5-7, así como la elección de la metodología y el cambio de los atributos, son completamente sugeridos e implementados por el grupo experto. En ninguno de los estudios se explica el porqué de los valores o el porqué de la elección de la escala.

Este tipo de calificaciones podrían aumentar la subjetividad y el grado de incertidumbre, al subvalorar o sobrevalorar los impactos de las actividades de los proyectos. En consecuencia, los impactos valorados de manera errada pueden desconocer en el escenario real con proyecto los impactos de tipo sinérgico los impactos acumulativos no esperados.

²⁵ Modificación de la metodología de Conesa, utilizada en proyectos de minería.

5.3.2. Valoración de los impactos en el escenario con proyecto

La evaluación y valoración de los impactos se establece de acuerdo a su identificación en el escenario con proyecto. Para el componente biótico se identificaron de manera general los siguientes impactos para flora y fauna (Tabla 5-8):

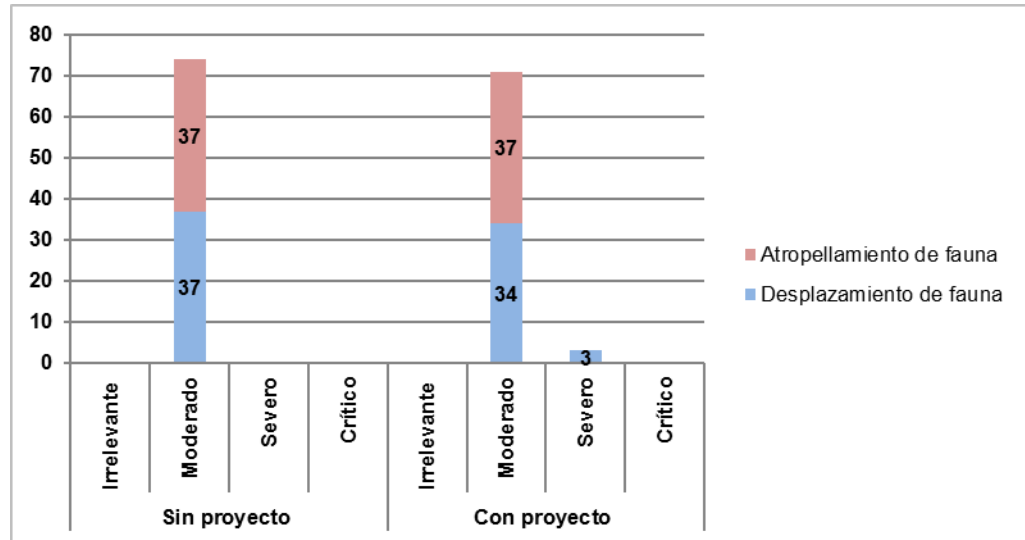
Tabla 5-8 Impactos representativos para flora y fauna

Flora	Fauna
Pérdida de coberturas vegetales	Atropellamiento de fauna
Fragmentación de hábitats	Desplazamiento de fauna

Fuente: elaboración propia

Si bien los impactos identificados no son los únicos, la valoración se realiza sobre los escogidos por el grupo experto. En ninguno de los impactos identificados y seleccionados para la calificación se evidencia relación con procesos funcionales de los ecosistemas, tales como las relaciones planta-animal, las alteraciones en procesos biológicos por incorporación de químicos o la desarticulación de las cadenas tróficas, entre otros. Estos procesos se mencionan y en algunos casos descritos en la caracterización, sin embargo para la sección de valoración e identificación no se tienen en cuenta. La nula articulación del componente biótico con el componente “abiótico” genera una identificación de impactos segmentada, donde no se considera las relaciones interespecificas de los componentes, las propiedades emergentes ni la unión estructural, composicional y funcional del ecosistema.

En la Figura 5-11 se presenta la valoración de los impactos considerados en la Tabla 5-8 en el escenario sin proyecto y con proyecto para el componente fauna.

Figura 5-11 Valoración de impactos sobre el componente fauna sin y proyecto

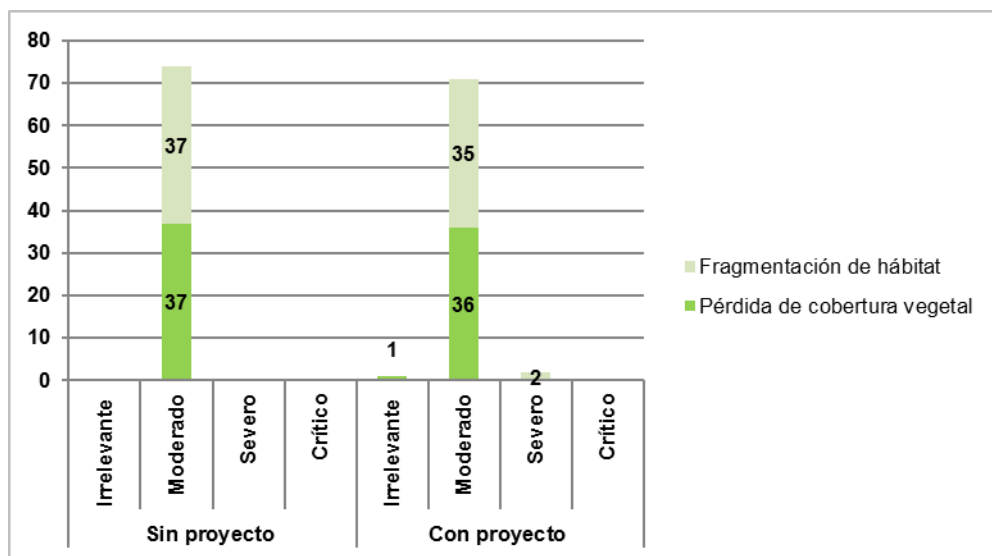
Fuente: Elaboración propia

De los proyectos analizados, se identificó que en el escenario sin proyecto para los dos impactos seleccionados, éstos (independientemente de la metodología empleada) se calificaron como moderados. Para el escenario con proyecto, la valoración del impacto *desplazamiento de fauna* cambió de moderado a crítico para 3 de los proyectos de la muestra. Para el impacto *atropellamiento de fauna* se conservó el estado de moderado. Las consideraciones encontradas para justificar el por qué no cambia la calificación de los impactos en los diferentes escenarios, giran en torno a la condición biótica al momento de la caracterización.

Para el caso de fauna, el impacto *atropellamiento de fauna* es compensado con el PMA, lo que permite a los expertos predecir que al incorporar las medidas en el escenario con proyecto no se presentará ningún cambio, lo cual no es verídico porque el impacto que se generará es irreversible: la compensación no previene la muerte de la fauna. El impacto *desplazamiento de fauna* en el escenario con proyecto se califica como severo, el cual varía de acuerdo con el tipo de proyecto.

Para el componente flora se reportan los siguientes datos (Figura 5-12) para los impactos descritos en la Tabla 5-8

Figura 5-12 Valoración de impactos sobre componente flora con y sin proyecto



Fuente: elaboración propia

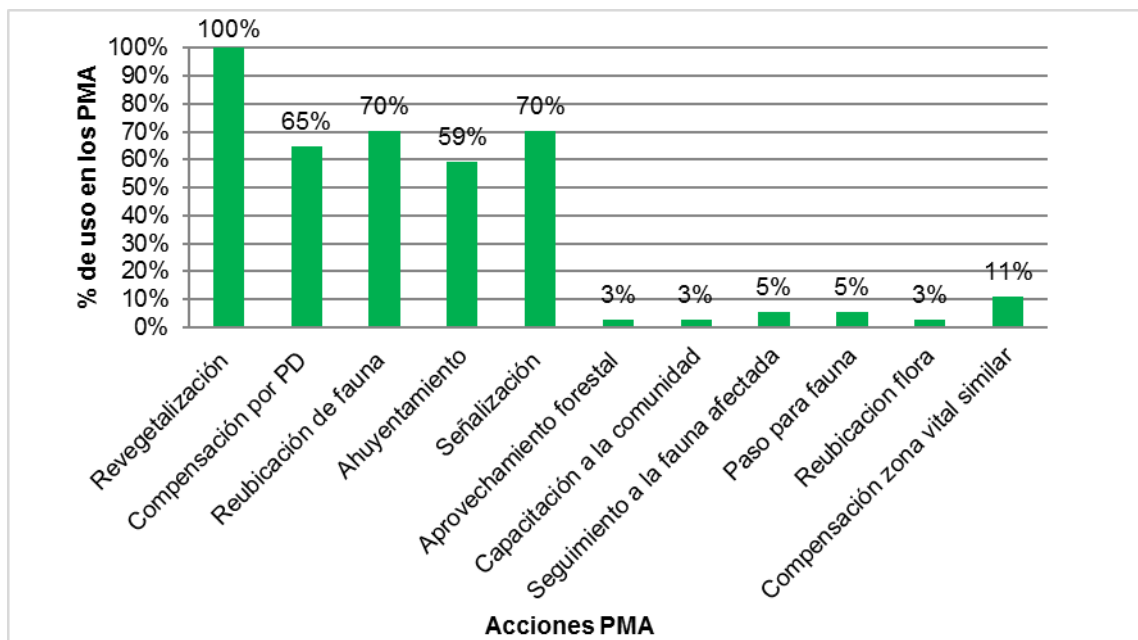
A diferencia de lo encontrado en el componente fauna, el elemento flora (Figura 5-11) presenta mayor variación en la calificación de impactos en el escenario con proyecto. Para *pérdida de cobertura vegetal* solo 1 de los 37 estudios modifica su calificación a irrelevante. Esta calificación se presenta considerando lo establecido en el PMA para este impacto, esto es, que la revegetalización, de acuerdo al estudio, mejorará las condiciones actuales encontradas en la caracterización, lo que permite considerarlo como un impacto positivo al disminuir la importancia del impacto negativo. En el caso de *fragmentación de hábitat* se identifica un cambio de moderado a severo para dos de los estudios analizados. Si bien se encuentran cambios en la calificación de los impactos para el escenario con proyecto, más del 50% de la muestra no presenta cambios, lo que sugeriría que con el proyecto en funcionamiento los cambios sobre el componente biótico no serían relevantes y por lo tanto el PMA no sería pertinente. Cabe aclarar que la calificación de irrelevante, moderado, severo y crítico cambia sustancialmente para cada uno de los proyectos, de acuerdo con la metodología empleada. Lo que en algunos proyectos se consideran impactos irrelevantes, para otros estos impactos pueden tener

calificación moderada, severa o crítica, de acuerdo con los rangos que se establezcan para cada uno de ellos.

5.3.3. Plan de manejo ambiental (PMA)

Luego de la identificación, evaluación y valoración de los impactos seleccionados por el grupo experto, se propone el PMA el cual pretende minimizar o corregir los impactos potenciales del proyecto. La Figura 5-13 muestra las acciones de los PMA de los proyectos analizados y el porcentaje de acuerdo al número de proyectos que las incluyeron.

Figura 5-13 Porcentaje de uso de las acciones del PMA



Fuente: Elaboración propia

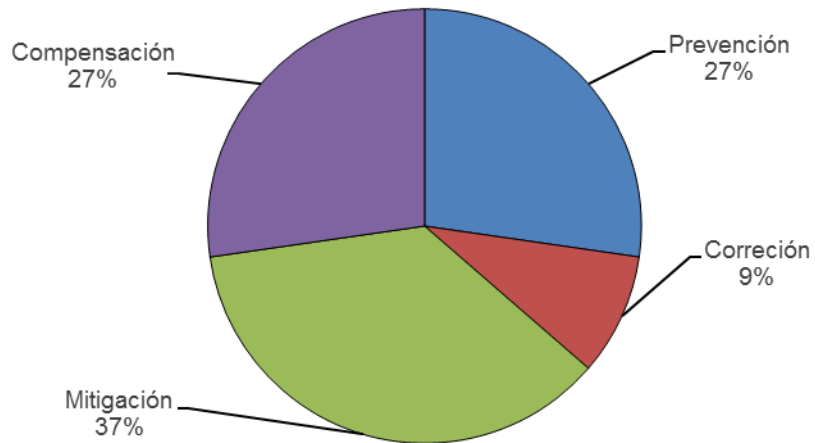
De los proyectos analizados, las acciones de revegetalización presentan el 100% de implementación en los estudios, seguido por la reubicación de fauna y señalización con el 70%, compensación por pérdida de diversidad con un 65%, y ahuyentamiento de fauna con el 59% de la muestra. Los porcentajes más bajos se encuentran compensación en zona vital similar con 11%, seguimiento de fauna afectada y pasos para fauna con 5%,

con los porcentajes más bajos se encuentran aprovechamiento forestal, reubicación de flora y capacitación a la comunidad con 3%.

De acuerdo con estos porcentajes y con las acciones encontradas, los PMA están encaminados a la corrección puntual sin articular estas acciones con las funciones ecosistémicas que pueden perderse o disminuir al momento de la ejecución y trazabilidad del proyecto. Se mantiene la visión segmentada del componente biótico desde la caracterización, la evaluación, la valoración hasta las acciones de manejo. De acuerdo con la Tabla 5-9 y la Figura 5-14, las acciones identificadas van encaminadas a la mitigación y compensación con un 37% y 27% seguido de las medidas de prevención y corrección con 27% y 9% respectivamente. El 27% de la muestra, formula medidas de prevención, estas medidas van encaminadas solo al cuidado de los individuos que son posibles colector, no abarca todas las especies que pueden verse afectadas, como por ejemplo aves migratorias o fauna que emplea las áreas como corredores.

En el caso de la reubicación de flora, cabe aclarar que esta no garantiza que los individuos o las poblaciones puedan sobrevivir. Las medidas de señalización y ahuyentamiento se consideran acciones temporales, no se puede asegurar su efectividad y su cumplimiento. En cuanto a las medidas de compensación, los procesos y los individuos que hacen parte del ecosistema no pueden reemplazarse, el origen de los ecosistemas así como su estructura, composición y función fue generada lenta y complejamente en el tiempo, con características particulares, los cuales no pueden reconstruirse o reemplazarse en pocos meses o años.

La inclusión de la comunidad como medida preventiva puede o no ser efectiva, de acuerdo con el número de personas capacitadas, el tiempo de las capacitaciones y el modo de entender que la importancia y la vulnerabilidad de las especies está ligado con su cultura. Para la compensación por aprovechamiento forestal, se debe mencionar que al ser una compensación monetaria, no se devuelve al ecosistema las especies perdidas, es una ganancia para productores y comerciantes implicados pero una pérdida irrecuperable para el ecosistema.

Figura 5-14 Porcentaje de las medidas de manejo incluidos en la muestra

Fuente: elaboración propia

Tabla 5-9 Medidas identificadas en los PMA

Tipo de medida	Acciones PMA
Corrección	Revegetalización
Compensación	Compensación por PD
Prevención	Reubicación de fauna
Mitigación	Ahuyentamiento
Mitigación	Señalización
Compensación	Aprovechamiento forestal
Prevención	Capacitación a la comunidad
Mitigación	Seguimiento a la fauna afectada
Mitigación	Paso para fauna
Prevención	Reubicación flora
Compensación	Compensación zona vital similar

Fuente: elaboración propia

El 27% de la muestra formula medidas de prevención, estas medidas van encaminadas solo al cuidado de los individuos que pueden colectar y no abarca todas las especies que pueden verse afectadas, por ejemplo aves migratorias o fauna que emplea las áreas como corredores. En el caso de la reubicación de flora, cabe aclarar que el cambio de hábitat a uno similar no asegura que puedan sobrevivir. Las medidas de señalización y ahuyentamiento se consideran acciones temporales, no se puede asegurar su efectividad ni, para el caso de señalización, su cumplimiento.

5.4. Caracterización vs determinación del área de influencia

Dentro del esquema de los EsIA el componente biótico ocupa un lugar fundamental al momento de identificar y estudiar las especies que se encuentran en el área de influencia del proyecto. Estas caracterizaciones e identificaciones permiten visualizar cuáles son los individuos que habitan allí y cómo es su relación con el entorno. En los estudios analizados la tendencia se centra en la identificación y caracterización del componente biótico, no de la determinación del área de influencia. Los conceptos caracterización y determinación son en su mayoría interpretados como iguales, sin embargo conceptualmente son diferentes (Tabla 5-10):

Tabla 5-10 Conceptualización

CONCEPTOS	
Caracterizar	Determinar
Presentar o describir una cosa con sus rasgos característicos de manera que resulte inconfundible.	Averiguar y precisar una cosa a partir de los datos que se conocen; especialmente establecer la magnitud de algo mediante el cálculo.

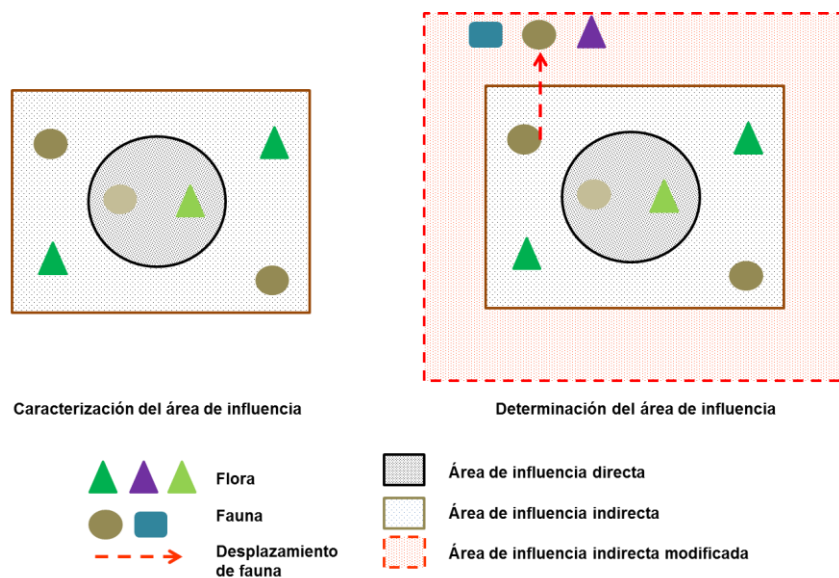
Fuente: Diccionario de la Real Academia Española

De acuerdo con esta precisión conceptual, dentro de los EsIA no se presenta ningún tipo de referentes que permitan determinar las áreas de influencia potencialmente afectadas

para el componente biótico. La normatividad ambiental es clara al solicitar solo la caracterización del área de influencia para los componentes, sin embargo es evidente el vacío que se presenta al tomar como referencia una caracterización para la toma de decisiones sin estimar realmente el alcance del proyecto.

Los impactos de los proyectos actúan de manera diferente sobre la flora y la fauna. Las especies vegetales permanecen en el lugar, así que el alcance depende de las especies animales relacionadas con la vegetación presente. Al ser la fauna dinámica y móvil, las áreas de influencia dependerán de la zona de vida de las especies con mayor área que incluyen a las especies vegetales y las animales con un rango menor (Figura 5-15).

Figura 5-15 Diferencias entre caracterización y determinación del área de influencia



Fuente: elaboración propia

5.5. Conclusiones del capítulo

La caracterización de las áreas de influencia así como la identificación y valoración de los impactos sobre el componente biótico cumplen con lo establecido por la normatividad ambiental, empero se reconoce la alta subjetividad y permisibilidad que la norma establece en la valoración de los impactos así como en la proposición de las medidas de manejo. Los proponentes del proyecto se limitan al cumplimiento normativo y no a establecer realmente los impactos de las actividades a realizar. Uno de los puntos claves es que no se determinan las áreas de influencia si no se caracterizan, dos propuestas completamente diferentes desde el punto de vista conceptual y aplicado.

Al reconocer este vacío en el qué y en el cómo se determinan las áreas de influencia, se proponen a continuación lineamientos de tipo metodológico, los cuales permitirán, de acuerdo con la información obtenida en la caracterización y en la identificación del componente biótico, establecer pautas generales para reconocer el alcance de los proyectos de acuerdo con los patrones naturales de las especies, se puede reducir la subjetividad de los expertos.

6.Propuesta de lineamientos metodológicos

Este capítulo presenta la propuesta de lineamientos para la determinación del área de influencia sobre el componente biótico de acuerdo con los resultados y análisis realizados en los capítulos anteriores. Estos lineamientos son una herramienta general que tiene en cuenta la información obtenida en la caracterización y en la línea base.

6.1. Generalidades de los lineamientos

Los lineamientos propuestos son el resultado del análisis y de la identificación de vacíos frente a la determinación de las áreas de influencia sobre el componente biótico. De acuerdo a lo encontrado, existe una brecha entre las fases con y sin proyecto en los EsIA porque la información obtenida en la caracterización no es funcional al momento de identificar y valorar los impactos. La identificación del alcance no es completamente clara así como la predicción de los efectos. Al considerar la funcionalidad de los ecosistemas como parte fundamental en los análisis bióticos, se propone dar espacio dentro del EsIA a un apartado exclusivo para la determinación del área de influencia la cual utilizaría la información de la caracterización así como la de estudios anteriores. Este apartado incluiría los siguientes cuatro puntos (Figura 6-1):

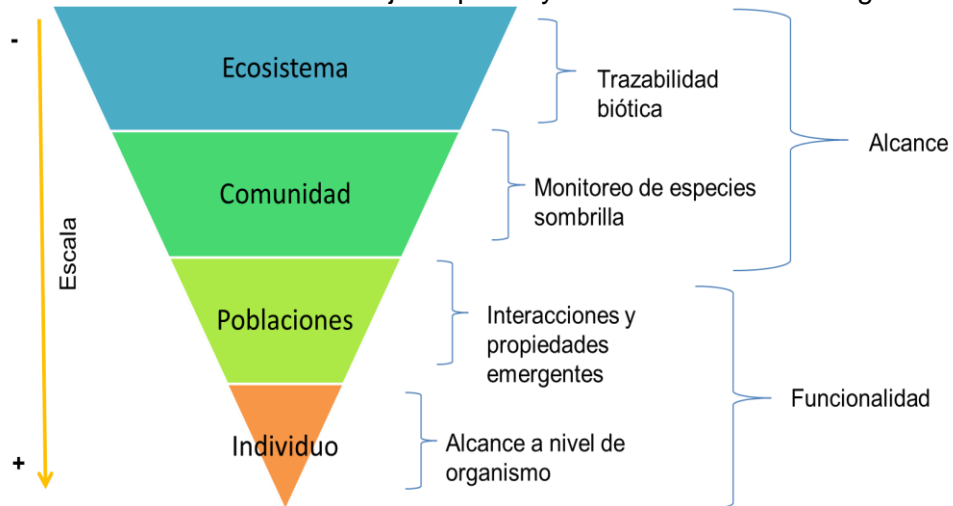
- i. Trazabilidad biótica.
- ii. Monitoreo de especies sombrilla.
- iii. Interacciones y propiedades emergentes.
- iv. Alcance a nivel organismo.

De acuerdo a la clasificación que hacen Odum y Warrett (2006) para los diferentes niveles de organización biótica, los lineamientos propuestos están enmarcados en tres puntos: alcance, funcionalidad y escala. De acuerdo con Donato (2015) cada nivel

jerárquico presenta un nivel de complejidad diferente así como su forma de estudiarlo. Es por esto que se propone para los siguientes niveles (ecosistema, comunidad, población e individuo) un lineamiento que se considera puede determinar los efectos de los impactos ambientales sobre el componente biótico (Figura 6-1). Para los niveles ecosistema y comunidad se plantea el análisis de la trazabilidad biótica y el monitoreo de especies sombrilla enmarcados en el alcance, es decir en la distancia o rango espacial donde se desarrollen las especies estudiadas. Estos dos elementos permiten visualizar el cambio de la biota en el tiempo y en el espacio; por una parte la trazabilidad biótica muestra el movimiento de las especies y la capacidad de recuperarse en el tiempo, en función de los POA realizados en años anteriores. Por otro lado el monitoreo de las especies sombrilla permite establecer de manera natural hasta dónde realmente es afectado el componente biótico con la ejecución de estas actividades.

Para los niveles población e individuo se plantea que los lineamientos giren en torno a la funcionalidad, a las interacciones que pueden tener con los elementos antrópicos originados de los POA. Las propiedades emergentes así como los procesos funcionales de los sistemas biológicos son tan variados como las especies que lo componen; sin embargo, atributos como las conexiones ecológicas, la resiliencia, las redes tróficas, la sucesión ecológica y el crecimiento poblacional se convierten en la base del análisis del qué y cómo se afectan estas propiedades con la entrada de estos proyectos.

Figura 6-1 Relación entre los niveles jerárquicos y lineamientos metodológicos



Fuente: elaboración propia

6.2. Lineamiento 1: Trazabilidad biótica

El concepto de trazabilidad es definida por la ISO 9001 como la capacidad para reconstruir el historial de un producto mediante una identificación registrada (ICONTEC, 2015). Esto permite hacer un seguimiento de su uso, transformación y disposición. Este concepto se utiliza en los procesos de calidad de productos, sin embargo puede utilizarse para establecer el cambio espacio-temporal de los ecosistemas en relación con los efectos de los POA de la zona. Para determinar la trazabilidad biótica es necesario contar con tres elementos importantes:

- I. *La caracterización biótica de los POA realizados con anterioridad en la zona:* esta información establece el número y estado de las especies encontradas antes de realizado el proyecto. Con las caracterizaciones anteriores es posible visualizar el daño y recuperación de las especies al final de cada uno de los proyectos e inicios del otro. El número de estudios dependerá de la información disponible; es recomendable que se consideren más de cuatro para visualizar de manera completa los cambios.
- II. *Planes de manejo ambiental anteriores:* el PMA indica las medidas utilizadas para mitigar, corregir o prevenir los impactos. Esta información está directamente relacionada con la caracterización biótica, ya que si los PMA de un proyecto anterior se realizaron de manera correcta, la caracterización biótica de un nuevo proyecto debería arrojar datos de recuperación de ecosistemas o restauración ecológica.
- III. *Planes de seguimiento y control realizados:* la información que proporciona el plan de seguimiento y control ligado a los dos puntos anteriores, es la que verifica el cumplimiento de los PMA propuestos.

De acuerdo con esta información, la trazabilidad biótica debe centrarse en el análisis multitemporal para los componentes flora y fauna descrito en la caracterización.

6.2.1. Lineamiento 1.1: Análisis multitemporal de coberturas

Los factores que influyen en la distribución de las especies cambian con el tiempo, no son estáticos, lo cual genera avances y retrocesos en muchas de ellas. Por otro lado, la intervención del ser humano ha transformado sustancialmente y de forma muy rápida el entorno donde estas especies habitan al aumentar o disminuir su zona de vida.

Cada especie está influenciada por factores específicos que determinan el aumento o disminución de su área de distribución. El análisis multitemporal de coberturas busca examinar con los datos de proyectos anteriores el cambio espacio – temporal de la vegetación en el área del proyecto a realizar. Para estimar estos cambios es necesario establecer la siguiente información, tomada de la caracterización biótica realizada:

- *Mapa de coberturas para Colombia Land Cover e imágenes satelitales por proyecto en el tiempo:* con la identificación y caracterización de la zona a través de mapas de coberturas e imágenes satelitales solicitadas por la autoridad competente, se propone identificar por proyecto realizado la ubicación de coberturas existentes y ausentes en el tiempo. Esta comparación permite visualizar cuáles de las coberturas han sido removidas y recuperadas por proyectos situados en la zona y cuáles han sufrido procesos naturales. En contraste con los planes de manejo, deben coincidir las medidas de revegetalización con los procesos de restauración encontrados.
- *Datos de microclima:* de acuerdo con las coberturas vegetales removidas, el análisis de cambio micro climático por zona permite estimar qué tan variable ha sido en el tiempo y la importancia de las especies vegetales ausentes en la regulación del microclima.
- *Presencia de especies naturalizadas:* estas especies vegetales se caracterizan por adaptarse y proliferar en un área similar a su área de origen (Sanchis *et al.*, 2004). La identificación de estas especies permite contrastarlas con las reportadas en los planes de manejo de los proyectos realizados.
- *Presencia de especies adventicias:* son aquellas especies vegetales introducidas en lugares donde existe una diferencia climática y ambiental significativa entre el área de origen y el actual. Debido a estas condiciones los individuos no prosperan y tienden a

desaparecer (Ibíd.). Los PMA y los planes de seguimiento y control registran el número de especies prósperas luego de la revegetalización. Estos datos deben coincidir con el número de especies adventicias encontradas o con el registro de plantación.

- *Presencia de especies aclimatadas:* se caracterizan por ser especies vegetales que son capaces de sobrevivir pero no se reproducen (Ibíd.). Los planes de seguimiento y control deben indicar el número de especies plantadas vs el número de individuos nuevos. Estos datos permiten verificar la viabilidad de la revegetalización de la zona.

Lo planteado exhibe una visión más específica del qué y cómo han cambiado las coberturas en las áreas potencialmente afectadas, empero es necesario aclarar que el alcance de los efectos se debe contrastar con la movilidad de las especies animales, ya que son ellas las que determinan a nivel espacial hasta dónde pueden llegar los efectos de los impactos.

6.2.2. Lineamiento 1.2: Análisis multitemporal de especies

Este análisis permite estimar el número de especies animales en descenso o ascenso de acuerdo a la caracterización de los proyectos anteriores de la zona. Igual que para el análisis multitemporal de coberturas, una gráfica temporal de especies permite visualizar su resiliencia y vulnerabilidad de acuerdo con los proyectos realizados.

Para este tipo de análisis se debe contar con la siguiente información:

- I. *Caracterización faunística de proyectos anteriores:* de acuerdo con los términos de referencia la caracterización debe especificar el número de especies presentes para cada uno de los grupos faunísticos al momento de realizado el monitoreo. Con estos datos es posible establecer en el tiempo el aumento o disminución de los grupos más importantes. Sin embargo se pueden reportar los datos de aumento o disminución de las siguientes especies clave:

- Especies sombrilla: especies que necesitan grandes extensiones de área para sobrevivir las cuales abarcan de manera indirecta especies con zona de vida menor.
- Especies amenazadas: especies susceptibles a la extinción por sucesos de tipo antrópico o natural.
- Especies migratorias: especies que se desplazan geográficamente de acuerdo a sus patrones de alimentación o reproducción.
- Especies invasoras: especies animales o vegetales que se establecen fuera de su área natural. La propagación de estas especies se origina por el manejo inadecuado de las mismas en procesos de revegetalización, plantación y transporte entre otros.

- II. Tipo de proyecto: para identificar el cambio de las especies en el tiempo es necesario considerar el tipo de proyecto (hidrocarburos, infraestructura, minería o energía) así como, en este caso el año en que inició sus operaciones.

Los datos obtenidos son consignados en las Tablas 6-1 y 6-2, de las cuales se obtienen las Figuras 6-1 Y 6-2:

Tabla 6-1 Reporte de datos número de especies de fauna vs proyectos productivos por año (ejemplo)

Sector		Número de especies reportadas				
		Aves	Mamíferos	Reptiles	Peces	Anfibios
Año 2011	Proyecto 1	2	4	2	1	3
	Proyecto 2	4	3	1	2	5
	Proyecto 3	4	5	1	6	5
Año 2012	Proyecto 1	1	4	2	1	3
	Proyecto 2	2	4	2	1	3
	Proyecto 3	4	5	1	6	5

Sector		Número de especies reportadas				
		Aves	Mamíferos	Reptiles	Peces	Anfibios
Año 2013	Proyecto 1	1	4	2	1	3
	Proyecto 2	5	7	8	4	6
	Proyecto 3	2	4	2	1	3

Figura 6-1 Número de especies vs proyectos por año

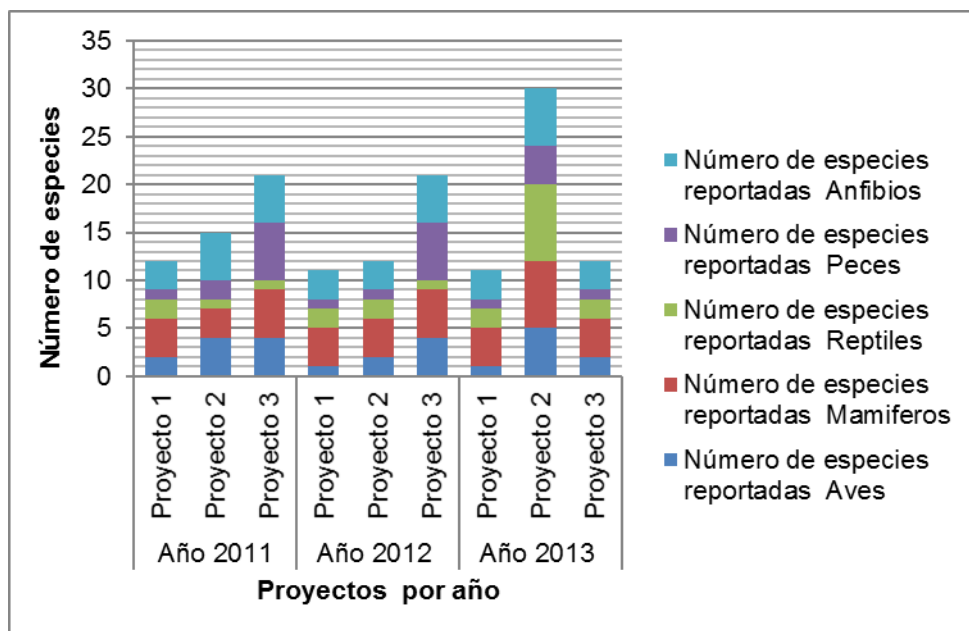
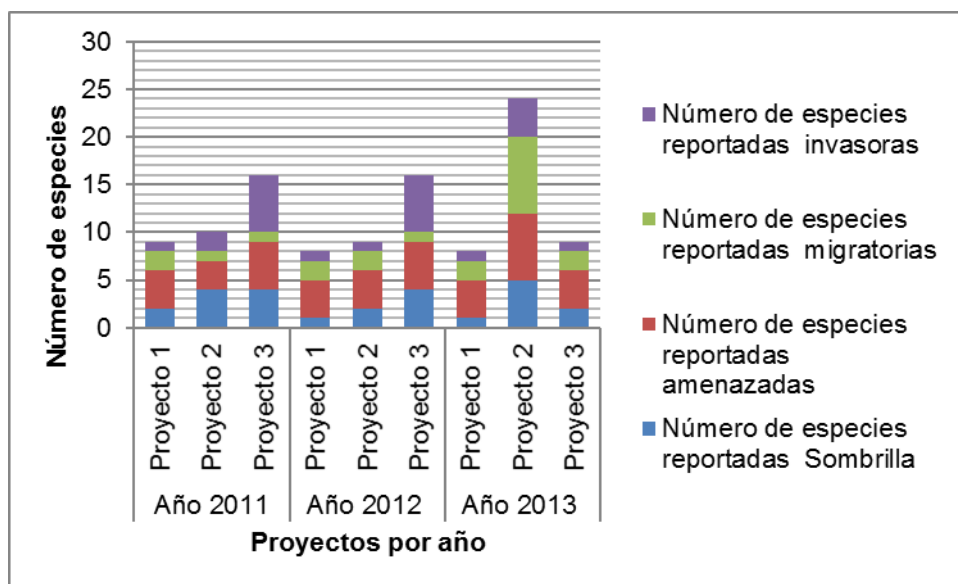


Tabla 6-2 Reporte de datos número de especies estratégicas de fauna vs proyectos productivos por año (ejemplo)

Sector		Número de especies reportadas			
		Sombrilla	Amenazadas	Migratorias	Invasoras
Año 2011	Proyecto 1	2	4	2	1

Sector		Número de especies reportadas			
		Sombrilla	Amenazadas	Migratorias	Invasoras
	Proyecto 2	4	3	1	2
	Proyecto 3	4	5	1	6
	Proyecto 1	1	4	2	1
Año 2012	Proyecto 2	2	4	2	1
	Proyecto 3	4	5	1	6
	Proyecto 1	1	4	2	1
Año 2013	Proyecto 2	5	7	8	4
	Proyecto 3	2	4	2	1
	Proyecto 1	1	4	2	1

Figura 6-2 Número de especies estratégicas vs proyectos por año



- III. *Análisis de datos:* para que los datos sean comparables por grupos de especies, es necesario que el número reportado se establezca con respecto a una misma unidad de área. Ej.: para el grupo de aves el reporte es número de especies por Km². Estos datos deben ser consecuentes con la

envergadura y los datos de muestreo estimados en la caracterización biótica de cada proyecto.

Al contrastar la información anterior con lo obtenido en el análisis multitemporal de coberturas, se obtiene una primera aproximación a las relaciones entre fauna y flora así como las posibles causas de desaparición y aparición de especies.

La información empleada para estos análisis, así como la de los lineamientos siguientes, se encuentra en las caracterizaciones bióticas de los estudios, por lo cual no es necesario un nuevo levantamiento información.

6.3. Lineamiento 2: Monitoreo de especies sombrilla

Se define indicador biológico a cualquier organismo, proceso o cualidad de los ecosistemas por medio del cual se puede estimar de manera cuantitativa su funcionamiento (Noss, 1990; Isasi- Catala, 2011) Actualmente estos indicadores biológicos se utilizan para precisar cambios ambientales y ecológicos en un área determinada. Estos pueden funcionar y hacer parte de cualquier nivel jerárquico, representado en alguno de los componentes ecosistémicos (estructura, composición, y función). Estos indicadores de biodiversidad se clasifican en cuatro tipos: especies indicadoras, sombrilla, bandera y especies clave.

De acuerdo con Isasi-Catalá (2011), las especies sombrillas (*Umbrella species*) o paraguas se caracterizan principalmente por requerir grandes extensiones para mantener la viabilidad de su población así como su subsistencia. La determinación, protección y conservación de su zona de vida permite la protección de especies con rangos de vida más pequeños, especies de niveles tróficos menores y la protección de áreas de tamaño considerable.

La propuesta de utilizar la caracterización de las especies sombrilla en la determinación de las áreas de influencia, surge de establecer de manera natural el alcance del POA en la zona; el perímetro delimitado por la especie sombrilla puede tomarse como el alcance

máximo o área de influencia indirecta, el cual no estaría sesgado por los criterios del proponente, sino que se establecería de acuerdo a parámetros naturales. En el caso de presentarse más de una especie sombrilla se recomienda utilizar la que comprenda un área de vida mayor a las encontradas, sin embargo se debe tener en cuenta la especie sombrilla encontrada, si son aves se debe reportar el área de vida y puntualizar que por la embargadura del estudio no se precisa esta área (en el caso que sean aves con zonas de vida no manejables) pero si se debe tener en cuenta en los impactos acumulativos. Algunas de las características que hacen de la especie sombrilla ideal para determinar el alcance de los POA se presentan en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3 Características generales de las especies sombrilla

ATRIBUTOS	ESPECIE SOMBRILLA
Atributos básicos	
Representa a otras especies	Si
Una o varias especies	Generalmente una
Conocimiento previo	Si
Fácil de estudiar	Si
Atributos de la historia de vida	
Tamaño corporal	Grande
Tiempo generacional	Largo
Atributos ecológicos	
Tamaño de área de acción	Grande
Poblaciones grandes	Posible
Amplia distribución	Probable
Sensibilidad	
Sensible a perturbaciones humanas	Si

ATRIBUTOS	ESPECIE SOMBRILLA
Baja variabilidad de respuesta	Si
Tiempo largo de persistencia	Si

Fuente: Isasi – Catala, 2011

Para establecer el área máxima de impacto a través del estudio de las especies sombrilla, se recomienda tener en cuenta los siguientes puntos:

- *Uso de estudios previos:* utilizar la caracterización de las especies sombrilla de los estudios previos al proyecto y contrastarlos con lo encontrado en la caracterización actual. Esto permite establecer aumento o disminución en las especies identificadas. Esta información puede estimarse en la trazabilidad biótica.
- *Uso de otra especie:* si no es posible tener información o no se reporta ninguna especie como sombrilla, se debe establecer el área máxima de influencia con los datos de las especies que posean la más alta distribución espacial.
- *Tiempo de muestreo:* se debe tener en cuenta que estos parámetros dependen directamente de la caracterización, la cual debe tener un tiempo de muestreo aceptable. Este tiempo depende de los recursos y la zona a muestrear. El tiempo máximo de fase de campo encontrado en la revisión de los EsIA fue de tres meses. Se recomienda extender la fase de campo mínimo a 6 meses, donde es posible precisar con mayor detalle su rango de distribución. Con el tiempo actual de muestreo es posible que no se identifiquen y se reporte su ausencia en la zona.

6.4. Lineamiento 3: Interacciones y propiedades emergentes

De las características más importantes al momento de estudiar el comportamiento de los ecosistemas encontramos las interacciones como punto de partida. Se definen como la acción que pueden ejercer uno o varios elementos sobre otro y viceversa. Estas interacciones a nivel biológico aumentan su complejidad de acuerdo al número de

organismos que interactúen y las características propias de cada uno. Donato (2015) define como consecuencia de las interacciones entre los elementos de los niveles de organización *las propiedades emergentes*. Estas propiedades no son producto de una modificación de las partes que componen el ecosistema, si no surgen como emergencias independientes del azar.

Las funciones ecosistémicas, así como la estructura y la composición, definen la complejidad de los ecosistemas. Estas funciones se encuentran en todos los niveles jerárquicos y originan propiedades emergentes propias de cada una de las interacciones. Uno de los problemas que presenta la caracterización e identificación biótica de los EsIA es que no se tiene en cuenta la dinámica de los elementos que componen el área de estudio. Pese a que para la caracterización existen estudios detallados de lo que hay y de lo que no son suficientes para determinar las áreas de influencia existe un vacío en el cómo, en la funcionalidad. Con la anterior, se propone analizar la funcionalidad ecosistémica para determinar el alcance de los POA desde las siguientes propiedades emergentes:

- *Conexiones ecológicas*: capacidad que tiene una población para interactuar con individuos de otra población. Se pueden estimar estas conexiones a través de procesos de fragmentación y corredores biológicos identificados en la caracterización biótica. Al utilizar el cambio de corredores biológicos así como el aumento o disminución de la fragmentación en el área, se puede estimar qué tan alteradas están estas conexiones. El uso de diagrama de redes es un método viable y objetivo que permite visualizar el número de interacciones entre las especies de la zona. Ej.: método propuesto por Martínez (2013) establece las relaciones de causalidad a través del software Ucinet.

- *Resiliencia*: capacidad de las especies, poblaciones o ecosistemas para recuperarse de algún evento. Para establecer que tan resiliente es un ecosistema, especie o población se propone utilizar los análisis multitemporales para flora y fauna propuestos en los lineamientos 1.2 y 1.3 e identificara las siguientes parámetros:

- I. Elasticidad: hace referencia a la rapidez de recuperación luego del cese de la o las actividades perturbadoras. Se puede estimar calculando el tiempo que tarda el ecosistema en recuperar un mínimo del 50% de sus condiciones originales (Hernández *et al.*, 2002)
 - II. Maleabilidad: especifica el grado diferencial entre el ecosistema perturbado y el original. Se cuantifica a través del porcentaje de semejanza entre los estados inicial y final.
- *Cadenas, redes y niveles tróficos*: son representaciones gráficas de tipo lineal del flujo de energía entre los niveles tróficos. Las cadenas son la representación básica de este flujo de energía. A medida que aumenta la complejidad de los ecosistemas la cadena se convierte en una red alimentaria. Esta red se puede definir como un sistema dinámico, donde los flujos de biomasa y las densidades de las especies cambian de acuerdo con las interacciones. Al ser tan complejas estas interacciones, se recomienda analizar los flujos de energía desde las cadenas donde se pueden distinguir de forma más clara los eslabones tróficos y sus interacciones. Es importante definir no solo la cantidad y la posición de las especies caracterizadas. Uno de los métodos que se puede emplear para estudiar aspectos ecológicos de las redes tróficas es el descrito por Donato (2015), en el cual recrea la red trófica de un río de montaña andino a través de los datos suministrados por la incorporación de isotopos estables de carbono y nitrógeno como marcadores biológicos. La posición trófica de las especies en la red alimenticia, la ubicación espacio –temporal de procesos bióticos y el ciclado de nutrientes (C y N) son algunas de las características que se pueden evidenciar en el caso de usar este método útil para determinar el alcance que puede tener un POA al romper estas interacciones. Los estudios mencionados a nivel investigativo se presentan como una herramienta útil y contundente para el análisis de las interacciones tróficas, sin embargo se debe tener en cuenta que son costosas y es necesario buscar su financiación pero no deben ser un impedimento para ejecutarlas. Desde la academia en conjunto con las instituciones ambientales y el sector privado se debe dar prioridad a cuales son los costos ambientales a futuro versus los costos de una investigación que si bien es costosa puede beneficiar el ambiente y los ecosistemas asi como promover de manera activa más investigaciones en el tema.

- *Sucesión ecológica*: cambio en la composición o estructura de una comunidad en el tiempo. Estos cambios pueden estimarse de acuerdo con el análisis multitemporal de coberturas propuesto en el lineamiento 1.1, el cual permite establecer una cronosecuencia. De esta información es necesario identificar el tipo de sucesión ecológica presente; sin embargo, para el caso de las áreas de influencia de los POA los procesos de sucesión se consideran secundarios.
 - I. Sucesión secundaria: se presenta en sitios alterados por alguna perturbación natural o antrópica. Es un proceso direccional y predecible dónde la sucesión formará con el tiempo un ecosistema con características iguales al anterior; sin embargo no se presenta de esta forma. Factores como el clima y el suelo determina si el proceso de sucesión es o no satisfactorio (Odum y Warrett, 2006).

Para determinar el tipo de avance sucesional es necesario conocer los procesos realizados en el área. El tipo de POA define las causas del avance o retroceso de la sucesión ecológica. Ej.: canteras mineras abandonadas donde los procesos de sucesión son lentos debido a la persistencia de compuestos tóxicos.

- *Crecimiento poblacional*: se define como el aumento o disminución del número de individuos de una especie determinada. Con los análisis multitemporales es necesario estimar las tasas de natalidad, crecimiento y mortalidad por proyecto. Al describir y establecer estos parámetros, es posible evidenciar a nivel funcional el alcance que pueden tener los impactos del proyecto en la desarticulación, desaparición o disminución de las especies presentes en el área de influencia ya sea directa o indirecta. Para este análisis se recomienda utilizar las especies que tenga patrones poblacionales visibles y comparables en el tiempo.

6.5. Lineamiento 4: Alcance a nivel de organismo

Las alteraciones bióticas originadas por actividades antrópicas inician con la alteración de los niveles jerárquicos más esenciales en este caso los organismos. Para la identificación

de las afectaciones sobre los individuos se propone reconocer los fenómenos de bioacumulación, biotransformación y biomagnificación de sustancias químicas o tóxicas como principales indicadores del alcance de los contaminantes expuestos, así como la entrada de estas sustancias a las cadenas tróficas.

- *Bioacumulación o bioconcentración:* es el proceso de acumulación de sustancias químicas dentro de los organismos, las cuales pueden llegar a concentraciones más elevadas que las normales. En función de cada sustancia, esta acumulación puede producirse a partir de elementos no vivos (suelo, aire, agua) u otros organismos. Las principales vías de introducción de una sustancia química en un ser vivo son: la respiratoria, la digestiva y a través de la piel. La toxicidad es causada frecuentemente por la imposibilidad del organismo de soportar los niveles mínimos del tóxico (Navarro *et al.*, 2007).

- *Biotransformación:* es el conjunto de procesos enzimáticos de neutralización y eliminación a los que se someten los compuestos xenobióticos²⁶ dentro de un ser vivo. En los animales, el hígado es el órgano con más capacidad para biotransformar estas sustancias debido a su posición estratégica en relación a la entrada de estos elementos por el tracto gastrointestinal. Esta biotransformación puede tener dos rutas; la primera se trata de la capacidad de robar electrones a las moléculas presentes, la cual origina radicales libres que posteriormente producirán daños a nivel celular, tisular y orgánico. La segunda ruta es la captura y transformación de los contaminantes en sustancias menos tóxicas para el individuo. Aunque el cuerpo tiene la capacidad de secuestrar estos elementos, al ser las concentraciones del tóxico extremadamente elevadas la ruta de detoxificación y posterior excreción no funciona y es así como el organismo se satura de radicales libres (Brambrilla *et al.*, 2015).

²⁶ Xenobiótico: Se aplica a los compuestos cuya estructura química es poco frecuente en la naturaleza. Diccionario de la Real Academia

- *Biomagnificación*: las sustancias propensas a la bioacumulación alcanzan concentraciones crecientes a medida que se avanza en el nivel trófico en la cadena alimenticia, es en los eslabones superiores donde se hallan los mayores niveles de contaminantes. Al estudiar las poblaciones del ecosistema afectado, se observa que a medida que se asciende en las diferentes cadenas tróficas, la concentración del tóxico es mayor (Méndez *et al.*, 2009).

Para la estimación de los posibles procesos de bioacumulación, biotransformación y biomagnificación se debe tener en cuenta:

- I. Identificación de las sustancias potencialmente bioacumulables expuestas al medio (Plomo (Pb), Vanadio (V), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Zinc (Zn), Níquel (Ni), Cianuro (C), Arsénico (As), hidrocarburos, COPs²⁷ t Mercurio (Hg), entre otros.
- II. Persistencia de cada uno de las sustancias potencialmente tóxicas vertidas por los POA realizados en la zona.
- III. Transformaciones químicas de estos compuestos.
- IV. Criterios de riesgo: volumen de producción o uso, formas de exposición y ecosistemas expuestos.
- V. Identificación de especies bioacumuladoras y vías de incorporación al medio: el suelo y el agua son las principales entradas de los metales pesados a la red trófica, las cuales distribuyen estos elementos a todos los niveles. Con la presencia de metales pesados en el ambiente estos elementos pueden seguir cuatro vías generales:
 1. Movilización a las aguas superficiales o subterráneas.
 2. Transferencia a la atmósfera por volatilización.
 3. Retención en el suelo o disueltos en la fase acuosa sobre lugares de intercambio catiónico. Pueden ser adsorbidos por compuestos inorgánicos (sales, óxidos, arenas), estar asociados con la materia orgánica (humus,

²⁷ COPs: Compuestos Orgánicos Persistentes.

bacterias, hongos) o precipitados como sólidos puros o mixtos (Navarro *et al.*, 2007).

4. Absorción por las plantas e incorporación a las cadenas tróficas: la absorción y posterior acumulación dependen en primera instancia del movimiento de los metales desde el suelo a la raíz de la planta (Méndez *et al.*, 2009). La sensibilidad de las especies vegetales a los metales pesados varía considerablemente a través de reinos y familias, las plantas vasculares son un ejemplo de tolerancia a estos compuestos en comparación con las no vasculares (Rosa *et al.*, 1999 citado en Méndez *et al.*, 2009) La intoxicación de las plantas por la presencia de estos metales se evidencia en la inhibición del crecimiento y desarrollo de las plantas, malformaciones en raíces y disminución en las poblaciones microbianas del suelo. Para la identificación sobre las especies animales, los peces, por representar varios niveles de la cadena alimenticia, son excelentes indicadores de contaminación por metales pesados, ya que pueden bio-acumular y biomagnificar altas concentraciones de estos elementos (Granada *et al.*, 2012).

De acuerdo con los ejemplos y formas de ingreso de estas sustancias, es posible identificar el ciclo de estas sustancias así como el ingreso a los organismos y cómo dentro de la cadena trófica se bioacumulan y se biomagnifican. Al ser el agua uno de los mayores medios de disipación de estos compuestos, las especies acuáticas son las primeras en bioacumular y bioconcentrar estas sustancias. Se deben establecer las asociaciones de la fauna con estas especies para visualizar el alcance espacial que tienen realmente estos compuestos sobre la biota.

6.6. Aplicación

Alcance La finalidad de los lineamientos es establecer un área de influencia física y funcional. Los lineamientos 1 y 2 giran en torno al plano físico así como la zona de vida de las especies presentes. Se pretende que no exista diferencia entre área de influencia directa e indirecta como la definen, sino se establezca un Área Biótica de Influencia (ABI) definida físicamente por las especies con mayor área de vida reportada así como la

Afectación Biótica del Proyecto (ABP) entendida como las afectaciones a nivel funcional en todas las fases del proyecto incluido el plan de abandono.

Al entender que para el componente biótico es imposible determinar un área de afectación solo a nivel espacial, los lineamientos 3 y 4 se basan en la funcionalidad de las especies y del entorno en el que habitan. Estos lineamientos están relacionados con los impactos que se seleccionen como significativos así como con los planes de manejo ambiental.

Es necesario aclarar que para la presentación de un área de influencia se precise que los lineamientos 1 y 2 expresan un área física y los 3 y 4 la funcionalidad biótica que es transversal a todas las fases del proyecto. Los lineamientos propuestos pueden ser aplicados en general a todos los sectores productivos, sin embargo para el análisis de bioacumulación de sustancias tóxicas, se debe precisar si aplica o no de acuerdo a la POA a realizar y el análisis toxicológico de los compuestos que manejan.

6.7. De la importancia biológica a la importancia social y económica

Desde la visión del pensamiento sistémico todos los componentes analizados en los EsIA, están conectados y dependen el uno del otro para mantenerse en equilibrio. Sin embargo al momento de analizar los verdaderos impactos de los POA, cada componente se evalúa de acuerdo a las características e impactos que sobre él recaen. Aunque se plantean estos lineamientos sobre el componente biótico no se debe desconocer su relación con los demás componentes (social y económico).

De acuerdo con MADS (2012) las interacciones ecológicas no están desligadas de las interacciones económicas, los ecosistemas cumplen funciones ambientales las cuales prestan bienes y servicios para la sociedad conocidas como servicios ecosistémicos.

La política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PINGIBSE) reconoce que son estos servicios el puente entre la biodiversidad y el ser humano. Las acciones que se han realizado en torno a la conservación de los ecosistemas no están desligadas del desarrollo sino por el contrario han contribuido a la provisión de estos servicios (MADS, 2012). En general se conocen 4 tipos de servicios ecosistémicos:

- 1) Servicio de aprovisionamiento: son el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas ej: alimentos, fibras, maderas, agua potable, suelo, recursos genéticos, productos bioquímicos, pieles, entre otros.
- 2) Servicio de regulación: son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos ej: mantenimiento de la calidad del aire, regulación del clima, control de la erosión, polinización, control de enfermedades humanas y la purificación del agua.
- 3) Servicio de soporte: se caracterizan por ser servicios y procesos ecológicos necesarios para el suministro y la existencia de los demás servicios ecosistémicos. Estos servicios son evidentes a escalas de tiempo y espacio más amplias que los demás ej: la producción primaria, la formación del suelo, la provisión de hábitat para especies y el ciclado de nutrientes.
- 4) Servicios culturales: estos servicios son beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas entre ellos se encuentran el enriquecimiento espiritual, belleza escénica, educación, inspiración artística e intelectual, desarrollo cognitivo, recreación y herencia cultural.

En relación con lo anterior Márquez (1997) puntualiza que los procesos productivos, industriales y agropecuarios dependen de los insumos que los ecosistemas proveen, sin embargo hasta el momento ha resultado inadecuada la incorporación de este análisis al sistema económico; en gran parte por considerar la biodiversidad como un capital de intercambio el cual puede tener sustitutos.

Teniendo en cuenta que la conservación y las apuestas que giran entorno a la biodiversidad y su protección afectan directamente la provisión de estos servicios; Se hace necesario entender que la determinación de las áreas de influencia sobre la biodiversidad se relaciona de manera directa con las afectaciones a nivel social y económico. La problemática de la minería en zonas de páramo y lo que se ha considerado como ecosistemas estratégicos, son situaciones que nos muestran la importancia de establecer límites de acuerdo a la naturaleza y la funcionalidad de los ecosistemas, que son a fin de cuentas los que definen y moldean la forma de la cultura y la sociedad. Este concepto es definido por Eder (1996) como la “contrucción social de la naturaleza”.

6.7.1 El páramo como ecosistema estratégico y el problema de la minería.

Se definen ecosistema estratégico como un espacio determinado el cual posee una oferta ambiental que genera un conjunto de bienes y servicios impredecibles para la sostenibilidad humana. Sin embargo no siempre se reconocen como tales y no son incluidos en los análisis económicos ni sociales (Márquez, 1997; Agudelo, 2010). Dentro de los ecosistemas estratégicos definidos para Colombia se encuentra el ecosistema de páramo, caracterizado por albergar una cantidad significativa de diversidad biológica, una amplia distribución en las tres cordilleras del país y ser un regulador hídrico.

La minería a cielo abierto es considerada como una de las actividades agenciadas dentro de las estrategias políticas de crecimiento económico del país. Sin embargo este tipo de actividad en los últimos años ha originado una problemática a nivel biótico, social, político y económico. Países vecinos a Colombia han detectado pérdidas no solo en las coberturas vegetales y fauna sino uso de cantidades significativas de reservas de agua para la remoción de toneladas de oro, plata y cobre (Toro *et al.*, 2012). En Colombia a pesar de poseer poca información sobre los efectos ambientales de la minería es posible evidenciar el impacto de esta actividad en regiones como La Guajira y Cesar. Para la minería en páramo, son varios los casos de resistencia de la comunidad frente a este tipo de actividad en estos ecosistemas. Según la ley 1382 artículo 34 existen zonas excluibles de la minería como las zonas de páramo consideradas desde la ley 99 del 1993 como zonas de protección especial (Ibíd). A pesar de poseer desde la legislación normatividad que promueve la protección de estos ecosistemas, la minería ha sido una actividad realizada en varias de estas zonas:

- 1) Parque Natural Páramo de Pisba: se han encontrado fuentes de agua contaminada por los drenajes ácidos de mina. La comunidad del municipio frente a esta problemática se movilizó en el año 2010, pidiendo ayuda a las autoridades competentes así como el acompañamiento de la policía.

- 2) Páramo de Santurban: de acuerdo con Toro *et al* (2012) en el año 2011 más de 40.000 personas se movilizaron para protestar en contra de los proyectos mineros

generados en el páramo. Esta movilización generó movilizaciones en otras partes del país como Ibagué con el proyecto minero La Colosa, Boyacá, y Páramo de Almazadero.

La conservación y los límites que se deben tener en cuenta para la realización de POA como la minería, no están desligados del análisis inicial que se realiza por parte de los expertos al momento de establecer (como primera medida), las áreas de influencia sobre el componente biótico. Es de esperar que los efectos sobre la biota impacten a corto, mediano o largo plazo a la comunidad, los cuales ocasionan enfrentamientos y disputas por el territorio así como el derecho que se tiene sobre él. Problemas como los drenajes ácidos de mina (AMD)²⁸ generados, los vertimientos de metales pesados como el mercurio, y la cantidad significativa de agua dulce utilizada por esta actividad, son puntos sobre los que se deben establecer análisis profundos y detallados frente al verdadero problema que generan. En este sentido, es necesario replantear la realización de estos proyectos en zonas estratégicas utilizando figuras como la sustracción de reservas forestales (por ejemplo) con la justificación de ser proyectos de utilidad pública o interés social.

6.8. Aportes y debilidades

La problemática de la estimación y determinación de las áreas de influencia va más allá de solo el análisis de un componente del ambiente. La falta e insuficiencia de la información hace más difícil la tarea. Para los lineamientos propuestos se define como punto de partida el uso útil de la información colectada y almacenada a través de los años por las entidades ambientales competentes. Al utilizar los datos de los estudios ambientales anteriores, no solo es posible recuperar información sobre el estado de los ecosistemas en un lapso de tiempo determinado, sino que se le da utilidad a expedientes que son poco revisados. Esta propuesta puede promover una presentación más objetiva de los estudios, así como el cumplimiento de presentación de documentos como los informes anuales de cumplimiento y seguimiento y control de los PMA. Cabe resaltar que la

²⁸ Drenaje Ácido de Mina (AMD): Es la oxidación de algunos elementos como sulfuros minerales por el contacto con el oxígeno del aire y agua (Toro *et al.*, 2012).

información a utilizar puede ser objeto de análisis no solo para el cumplimiento de los lineamientos sino para la confirmación de su veracidad.

La determinación de área de influencia es un aspecto de los estudios de impacto ambiental que no ha sido explorada en detalle. Los lineamientos brindan un primer acercamiento a pensar y profundizar en cuál es el alcance real de los posibles impactos así como su manejo de acuerdo a parámetros composicionales, estructurales y funcionales de los ecosistemas.

La principal debilidad que presentan los lineamientos propuestos, son los altos costos así como la financiación de las investigaciones para los estudios correspondientes a: 1) El seguimiento de metales pesados en cuerpos de agua y especies bioacumuladoras 2) análisis ecológico a partir de cadenas tróficas propuesto por Donato (2015). A pesar de ser estudios que requieren costos elevados y personal idóneo para su realización, es necesario (como se mencionó en apartados anteriores) que las investigaciones se encaminen a soluciones a largo plazo, pensando en los aportes a futuro que puedan hacerse para la conservación y manejo de la biota.

Las colecciones biológicas de aves en particular, pueden ser un inicio en lo que análisis de bioacumulación de elementos tóxicos se refiere, así como el cambio que han tenido en el tiempo respecto a los proyectos realizados en las zonas de recolección. Es necesario replantear el por qué y para qué se realizan las investigaciones, el costo de las estas no es comparable con lo que se puede perder a nivel de especies y ecosistemas, en un medio donde existe una inadecuada identificación y manejo de los impactos negativos generados por los POA.

Dado que las investigaciones para poner en marcha algunos de los lineamientos propuestos son costosas, se recomienda iniciar con el lineamiento de trazabilidad biótica el cuál emplea para la mayoría de su análisis EslA anteriores, información que es de fácil acceso y económica de adquirir.

6.9. Conclusiones del capítulo

Los lineamientos planteados pretenden dar una referencia metodológica de lo que se considera básico para la estimación de los alcances de los proyectos sobre el componente biótico. Es cierto que a través de estos lineamientos no se contemplan todas las interacciones biológicas que puedan presentarse (y en algunos casos su implementación pueden llegar a ser costosa y a largo plazo), sin embargo estos recogen de manera general, puntos sobre cada uno de los niveles jerárquicos a través de las interacciones de las especies así como las funciones ecosistémicas presentes de acuerdo al área de estudio. Adicionalmente trabajan el área de influencia no solo como un referente espacial dónde se presentan los impactos sino como la influencia a nivel funcional.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

Al ser los ecosistemas como sistemas complejos y dinámicos, es claro que la EIA así como los EslA deben ir encaminados en primer lugar a la comprensión de las interacciones de sus componentes y a entender cómo a partir de estas interacciones se expresan las características propias de cada ecosistema o sistema biológico. La producción de bienes y servicios depende directamente de las funciones de los ecosistemas, lo que sugiere que los POA deben identificar sus límites para planificar los niveles de intervención o interacción.

De acuerdo con lo analizado, el proceso de EIA en Colombia está limitado y sujeto a la normatividad ambiental de turno, que de alguna manera es permisiva y laxa en cuanto a los requisitos que se deben presentar para la aprobación de una licencia ambiental. El EslA es puntual en las características de cada uno de los niveles ambientales (físico, biótico, social y económico) de las áreas requeridas para realizar los POA. Sin embargo este documento carece en gran medida de metodologías que permitan determinar los alcances de los efectos generados por el proyecto. Esta debilidad se le puede atribuir a las múltiples modificaciones que se realizan a las metodologías para la evaluación y calificación de los impactos. Así mismo, los PMA se limitan a manejar la flora y fauna afectada como piezas carentes de interacciones, sobre el supuesto de que pueden prosperar en ambientes similares y en poco tiempo.

Para la caracterización biótica, se encontró que existe información taxonómica y ecológica detallada sobre las especies y su distribución en las diferentes zonas, sin embargo no se establece de manera profunda las interrelaciones de estas especies con

otras y en menor medida con el componente físico, que cumple un papel vital dentro de los procesos y sistemas biológicos. Para ello es necesario caracterizar y determinar el alcance de estos proyectos sobre los límites de los procesos biológicos. Es necesario entender que no es el ecosistema el que se adapta al proyecto sino el proyecto el que debería ser planificado de acuerdo a las características y límites del ecosistema.

El entendimiento y determinación del alcance de los proyectos, a través de las interrelaciones biológicas, permitió identificar pautas generales para iniciar a futuro un trabajo más detallado sobre la afectación de las mismas y cómo puede ser posible un monitoreo multitemporal del avance de estos efectos y sus potenciales soluciones.

7.2. Recomendaciones

Se recomienda incorporar dentro de la presentación de los EsIA la determinación de las áreas de influencia, como base para la caracterización biótica que se ha solicitado en los estudios. Esta determinación mostraría de manera directa los impactos en el escenario con proyecto y cerraría la brecha que existe entre la caracterización y la evaluación y valoración de los impactos, así como la propuesta de medidas de manejo más objetivas en torno a la complejidad biótica.

Así mismo establecer conceptos claros de qué y cuáles son las áreas de influencia para el componente biótico así como para los demás componentes de los EsIA.

Se sugiere que los periodos empleados en la caracterización biótica sean los pertinentes para realizar una adecuada recolección de datos así como una interpretación de los mismos.

La inclusión de la comunidad en los procesos de caracterización y determinación debe ser activa e incluyente. Actividades de retroalimentación y dialogo de saberes entre los investigadores y la comunidad son vitales al momento de establecer los componentes y las relaciones del ecosistema de la zona. La comunidad es la que mejor conoce su territorio y las interacciones que existen dentro del él.

Pese a que esta investigación analizó proyectos de todos los procesos productivos, se recomienda el análisis para cada uno de los sectores con el fin de detallar más aún las carencias al momento de identificar, evaluar y valorar los impactos sobre el componente biótico.

A. Anexo: EsIA por sectores productivos

HIDROCARBUROS		
# Expediente	Tipo de proyecto	Ubicación
0030-13	Área de perforación exploratoria Bloque llanos 14	Municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo - Departamento del Casanare.
LAM 5578	Área de perforación exploratoria Niscota Nueva	Municipio de Nuchía y Tamara - Departamento del Casanare; Municipio de Paya - Departamento de Boyacá.
LAM 5630	Área de perforación exploratoria el cenizo.	Municipios de Aracataca, Ciénaga y Fundación - Departamento del Magdalena.
LAM 5707	Bloque de perforación exploratoria LLA-71	Municipio de Maní y Orocué - Departamento del Magdalena.
LAM 5798	Área de perforación exploración Porto fino Norte	Municipio de San Vicente del Caguan - Departamento del Caquetá.
LAM 5948	Área de perforación exploratoria Llanos 9	Municipios de Poré, Paz de Ariporo y Hato Colosal - Departamento del Casanare.
LAM 6174	Área de perforación exploratoria bloque VMM 35	Municipios de Puerto Boyacá , Cimitarra, Puerto Berrio y Bolívar - Departamentos de Antioquia, Santander y Boyacá.
LAM 6356	Desarrollo del campo Moquetá	Municipios de Mocoa y Villa Pinzón - Departamento del Putumayo.
LAV0002-13	Área de perforación exploratoria CPO 16	Municipios de Granada, San Juan de Arama, Fuente de Oro, Lejanías y Vista Hermosa - Departamento del Meta.

HIDROCARBUROS		
# Expediente	Tipo de proyecto	Ubicación
0011-14	Área de explotación Atrarraya	Municipio de Puerto Gaitán - Departamento del Meta.
0059-13	Área de perforación exploratoria APE el Padre	Municipios de Puerto López y San Martín de los Llanos - Departamento del Meta.
0068-13	Área de perforación exploratoria VIM 6	Municipios de Mangangué, Achí y Pinillos - Departamento de Bolívar. Municipios de Guaranda, Majagual y Sucre - Departamento de Sucre.
0003-13	Área de perforación exploratoria Ávila	Municipios de San Martín de los Llanos, San Carlos de Guaroa y Castilla la Nueva - Departamento del Meta.
LAM 5887	Área de perforación exploratoria La Cabaña	Municipio de Villa Garzón - Departamento del Putumayo.
0082-13	Área de perforación exploración Santa	Municipio de San Juan de Arama - Departamento del Meta.
0084-13	Área de perforación exploratoria CPO 13	Municipio de Puerto Gaitán - Departamento del Meta.
LAM 5800	Área de perforación exploratoria chipo	Municipio de la Macarena - Departamento del Meta.
LAM 5838	Área de perforación exploratoria LLA62	Municipio de Paz de Aripuro y Trinidad - Departamento del Casanare.

INFRAESTRUCTURA		
# Expediente	Tipo de proyecto	Ubicación
0013-14	Paso vía kilómetro 28 y Puerto Araujo.	Municipio de Cimitarra- Santander
	Paso vía kilómetro 28 y	Municipio de Cimitarra- Santander

INFRAESTRUCTURA		
# Expediente	Tipo de proyecto	Ubicación
	Puerto Araujo.	
0022-14	Proyecto ampliación conexión vial ruta nacional número 25.	Sincelejo - Tolviejo - Departamento de Sucre.
LAM 6171	Paso vial tramo 7 (Pelaya, La Floresta, Las Vegas)	Municipio de Pelaya, La Floresta y Las Vegas- Departamento del Cesar.
	Paso vial tramo 7 (Pelaya, La Floresta, Las Vegas)	Municipio de Pelaya, La Floresta y Las Vegas- Departamento del Cesar.
	Paso vial tramo 7 (Pelaya, La Floresta, Las Vegas)	Municipio de Pelaya, La Floresta y Las Vegas- Departamento del Cesar.
LAM 6202	Segunda calzada del tramo Sincelejo-Tolviejo	Municipios de Sincelejo y Tolviejo - Departamento de Sucre.
LAM 6245	Segunda calzada la Ye- Sahagún	Municipio de Sahagún- Departamento de Córdoba.
LAM 6348	Proyecto ruta del sol sector 3	Municipios San Roque y Cuatro Vientos - Departamentos de Cesar, Magdalena y Bolívar.
LAM 6397	Segunda calzada Loboguerrero-Media canoa	Desde el municipio de Loboguerrero hasta el municipio de Mediacanoa - Departamento de Valle del Cauca y Cauca.
LAM6398	Construcción vial Tramo 5 Santa Lucia- San Pelayo	Municipios de Montería, Cereté y San Pelayo - Departamento de Córdoba.
LAV0052-14	Variantes paso de Guayabito	Centro poblado de Palmas de Guayabito, Municipio de Cimitarra - Departamento de Santander.

INFRAESTRUCTURA		
# Expediente	Tipo de proyecto	Ubicación
LAV0055-14	Segunda calzada paso corregimiento de la Ye	Municipio de Sahagún- Departamento de Córdoba.
LAV0068-14	Tramo 10 variante de Majagual	Municipios de San Marcos, Majagual y Guaranda del departamento de Sucre y Achí y Guaranda del departamento de Bolívar.

MINERÍA		
# Referencia	Tipo de proyecto	Ubicación
LAV0050-13	Explotación de materiales de construcción y minerales asociados.	Municipio de Girardota - Antioquia
LAV0057-13	Explotación de materiales de construcción.	Municipio de Silvania - Cundinamarca

ENERGÍA		
# Referencia	Tipo de proyecto	Ubicación
LAV0005-12	Ampliación subestación eléctrica.	Vereda de hojas anchas, Municipio de Circasia - Quindío

ENERGÍA		
# Referencia	Tipo de proyecto	Ubicación
LAV0006-13	Transmisión eléctrica.	Municipios de Tenjo , Madrid, Funza, Facatativá, Zipacón, Bojacá y Soacha - Cundinamarca.
LAV0026-00-2014	Construcción de una subestación y construcción de obras civiles para ampliación de la subestación actual.	Municipio de Barrancabermeja - Santander.

8. Bibliografía

- Agudelo, L.C. (2010). *La ciudad sostenible: dependencia ecológica y relaciones regionales; un estudio de caso en el área metropolitana de Medellín, Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Alba, M. (1995). *Introducción a la Teoría General de Sistemas y al análisis de sistemas de información*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- Álvarez, A., & Morales, J. (2013). La evaluación del impacto ambiental (EIA), conforme al reglamento y ley general del equilibrio ecológico y proyección ambiental (LGEEPA) en México. *Revista Desarrollo Local Sostenible (DELOS)*.
- ANLA. (2016). *ANLA, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*. Recuperado el 1 de Febrero de 2016, de ANLA, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales: <http://www.anla.gov.co/estudio-impacto-ambiental>
- Arboleda, J. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Empresas Públicas de Medellín.
- Arnold M., & Osorio, F. (1998). *Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas. Cinta de Moebio*.
- Astroga, E., Soto, L., & Iza, A. (2007). *Evaluación de impacto ambiental y diversidad biológica*. Gland: UICN.
- Bertalanffy, L. V. (1968). *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de cultura económica.
- Brambrila O., José, & Alvariño F., Lorena. (2015). *Metalotioneinas, bioquímica y funciones propuestas*. Sociedad Mexicana de Bioquímica. Obtenido 01, 2015, de <http://www.smb.org.mx/smb-anterior/text/beb/beb991812127.pdf>
- Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la teoría general de la administración*. México: McGraw- Hill.
- Conesa, V. (1993). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Mundi-prensa.
- Córdova, H. (2002). *Naturaleza y sociedad: una introducción a la geografía*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Coria, I. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías . *Invenio* 20, 125-135.
- Cueto, V. (2006). Escalas en ecología: su importancia para el estudio de la selección de hábitat en aves . *Hornero*, 1-13.
- Davis, R. (1996). *25 años de NEPA, como funciona, sus fortalezas y debilidades*. Estudios Públicos.
- Diario Oficial. (No.49.523 de 2015). *Decreto 1076 de 2015*. Bogotá
- Donato, J. (2015). *Fundamentos de ecología: un enfoque ecosistémico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia- Colección libros.
- Ecopetrol. (2008). *Ecopetrol*. Obtenido de Ecopetrol: http://www.ecopetrol.com.co/documentos/49335_ANEXO_28_Uso_Matriz_Valoracion_de_Riesgos_-_RAM..pdf. Recuperado el 13 de agosto de 2016.
- Eder, K. (1996). *The Social Construction of Nature*. Londres: Sage Publications.
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile: Centro de Estudios para el Desarrollo (CED) de Chile.
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación Ambiental*. Santiago de Chile: Banco Interamericano de desarrollo BID; Centro de Estudios para el Desarrollo CED.
- FAO. (2012). *Evaluación del impacto ambiental*. Roma : FAO FIAT PANIS.
- FARN. (1999). *Fundación ambiente y recursos nautalres- FARN*. Recuperado el 20 de Enero de 2016, de Fundación ambiente y recursos nautalres- FARN: <http://farn.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/baseia.pdf>
- Galicia, L., & Zarco, A. (2002). El concepto de escala y la teoría de las jerarquías en ecología. *Ciencias* , 34-40.
- Gómez, D., & Gómez, M. T. (2013). *Evaluación de impacto ambiental 3° edicion*. Madrid: Mundi-prensa.
- Gómez-Baggethun, E., & De Groot, R. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas. explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas*, 4-14.

- Granada Grisales, N., & Escobar López, D. F. (2012). Análisis y cuantificación de metales pesados (Pb, Cd, Ni y Hg) en agua, sedimentos y bioacumulación en la especie *Rhandia Wagne* (Barbudo) del Río Cauca en el municipio de la Virginia.
- Hernandez, A., Urcelai, A., & Pastor, J. (2002). Evaluación de la resiliencia en ecosistemas terretres degradados encaminada a la restauración ecológica. *Reunión Española de Ciencias de Sistemas* . Valencia- España: Universitat de Valencia.
- Herrera, R. (2007). SISTEMA Y LO SISTÉMICO EN EL PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO. *Ingeniería*, 37-52.
- Herrera, R. (2007). Sistema y los sistémico en el pensamiento contemporaneo. *Ingeniería*, 38-52.
- ICONTEC. (2015). *Compendio HSEQ NTC ISO 9000:2015; NTC ISO 9001: 2015; NTC OHSAS 18001: 2007; NTC ISO 19011: 2012*. Bogotá: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC.
- Isasi-Catalá, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 31-38.
- Johansen, O. (1993). *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa.
- Latorre, E. (1996). *Teoría general de sistemas aplicada a la solución integral de problemas* . Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- MADS. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*.
- MADT. (2010). *Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá, D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial .
- Malagon, R., & Prager, M. (2001). *El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia- Sede Palmira.
- Margalef, R. (1982). *Ecología*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Márquez, G. (1997). *bdigital portal de revistas UN*. Recuperado el 26 de 03 de 2017, de <http://www.revistas.unal.edu.co/index/ede/article/view/23828/24511>
- Martinez, L. F. (2013). <https://www.researchgate.net/publication/306091338>
Analisis_de_la_Incertidumbre_en_los_Estudios_de_Impacto_Ambiental_en

- Colombia desde el Enfoque de los Sistemas Complejos*. Bogotá: Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.
- Martín-López, B., González, J., Díaz, S., Castro, I., & García-Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas*, 69-80.
- Mesa, G. (2010). *Derechos ambientales en perspectiva de integralidad: conceptos y fundamentación de nuevas demandas y resistencias actuales hacia el "Estado ambiental de derecho"*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mesa, G., Ortega, G., Belmont, Y., Buitrago, A., Daza, J., Quesada, C., . . . Ortiz, B. (2013). *Estado ambiental de derecho o "Estado de cosas inconstitucional ambiental": derechos colectivos y ambientales bajo amenaza en la era de las locomotoras normativas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .
- Méndez, J. P., Ramírez, C. A. G., Gutiérrez, A. D. R., & García, F. P. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29-44.
- Montes, G. M., Bayo, F. J., Pina, J. O., & García, J. O. (2001). Scoping: Optimización del proceso de redacción de los estudios impacto ambiental. *Congreso de Ingeniería de Organización: Sevilla*.
- Navarro Aviñó J.P., Aguilar Alonso I., López-Moya J.R. 2007. Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Ecosistemas*.
- Noss, R. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 355-364..
- Odum, E. (1963). *Ecology*. Nueva York: Holt, Rinehart Winston.
- Odum, E., & Warrett, G. (2006). *Fundamentos de Ecología*. México: Thomson Editores.
- RAE. (2016). *Real Academia Española*. Recuperado el 30 de 01 de 2016, de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=3UNKjcA>
- Ramírez, S. (1999). *Perspectivas en las teorías de los sistemas* . Madrid: Siglo XXI.
- Rangel, O. (1995). *COLOMBIA DIVERSIDAD BIÓTICA I*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales .

- Rincón, S., Toro, J., & Burgos, J. (2009). *Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental*. Bogotá: IAVH.
- Rodríguez, A., & Paéz, I. (2012). *Temas de derecho ambiental: una mirada desde lo público*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Rodriguez, G. (2011). Las licencias ambientales y su proceso de reglamentación en Colombia. *Análisis*, 1-16.
- Rodriguez, M. (2000). *Ambientalex.info el portal ambiental*. Recuperado el 12 de 03 de 2016, de Ambientalex.info el portal ambiental: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Biocolombiaint.pdf>
- Sánchez, Ó. (2011). La importancia de las escalas de espacio y de tiempo en la conservación de vida silvestre. En O. Sánchez, P. Zamorano, E. Peters, & H. Moya, *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México* (págs. 13-47). México: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales.
- Sanchis, E., Fos, M., & Bordón, Y. (2004). *Biogeografía*. Valencia: Univ. Pol. de Valencia.
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología 6 Edición*. Madrid: España.
- Soto Urrea, W. H. (2011). *Cibernética y Pedagogía*. Bogotá: INGENIUM.
- Sutton, D., & Harmon, P. (1996). *Fundamentos de ecología*. México: Limusa.
- Tarride, M. (1995). Complejidad y sistemas complejos. *Manguinhos II*, 46-66.
- Toro, C., Fierro, J., Coronado, S., & Roa, T. (2012). *Minería, territorio y conflicto en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Toro, J. (2009). Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora. *Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Granada*.
- Toro, J., Martínez, R., & Arrieta, G. (2013). Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 43-53.
- Van Gigch, J. (1987). *Teoría General de Sistemas*. México: Trillas.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*. Bogotá: IAVH.

Von Mentz, B. (2012). *La relación hombre-naturaleza*. México: Siglo XXI.